PN-AAY-776
53302

CIAT REPORT
INFORME CIAT
1987

OCT 20 1987

CIAT

Centro Internacional de Agricultura Tropical

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) is a nonprofit agricultural research and training organization devoted to the goal of increasing sustainable food production in tropical developing regions. CIAT is one of 13 international agricultural research centers under the auspices of the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR).

The core budget of CIAT is financed by a number of donors. During 1987 these CIAT donors include the countries of Belgium, Canada, France,* the Federal Republic of Germany, Italy, Japan, the Netherlands, Norway, the Peoples Republic of China, Spain, Sweden, Switzerland, the United Kingdom, and the United States of America. Organizations that are CIAT donors in 1987 include the European Economic Community (EEC), the Ford Foundation, the Inter-American Development Bank (IDB), the International Bank for Reconstruction and Development (IBRD), the International Development Research Centre (IDRC), the International Fund for Agricultural Development (IFAD), the Rockefeller Foundation, and the United Nations Development Programme (UNDP).

*Information and conclusions reported here may do not necessarily reflect the positions of any of the aforementioned entities.

El CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) es una institución de investigación y capacitación agrícolas sin ánimo de lucro dedicada a incrementar la producción de alimentos en las regiones tropicales en desarrollo. El CIAT es uno de los 13 centros internacionales de investigación agrícola bajo los auspicios del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI).

El presupuesto básico del CIAT es financiado por un grupo de donantes. En 1987 tales donantes son: Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, la República Popular de China, Suecia y Suiza. Las siguientes organizaciones son también donantes del CIAT en 1987: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento (BIRF), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Comunidad Económica Europea (CEE), el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

*La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente el punto de vista de las entidades mencionadas anteriormente.

CIAT REPORT 1987

INFORME CIAT 1987

CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical

Centro Internacional de Agricultura Tropical
(CIAT)
Apartado aéreo 6713
Cali, Colombia

ISSN 01120-3169
ISSN 0120-3150

Press run - tiraje: 8000

Printed in Colombia
Impreso en Colombia

June 1987
Junio 1987

Centro Internacional de Agricultura Tropical.
1987. CIAT Report 1987. Informe CIAT
1987. Cali, Colombia. 112 p.

Contents

Contenido

	Page Página
The Partnership of International Agricultural Research Asociación en la Investigación Agrícola Internacional	v
CIAT in Brief El CIAT en Síntesis	1
Rice Program Programa de Arroz	6
International Rice Research Growing Crece Investigación Internacional en Arroz	7
New Rice Pathogen Investigated Nuevo Patógeno del Arroz en Investigación	10
Crop Management: Key to Future Rice Growing Manejo del Cultivo: Clave en la Producción Futura de Arroz	13
An Integrated Pest Management Manual Manual de Manejo Integrado de Plagas	16
Anther Culture Develops Cold-Tolerant Plants Plantas Tolerantes al Frío por Cultivo de Anteras	20
Cassava Program Programa de Yuca	23
Cassava Demand Increasing Aumenta la Demanda de Yuca	24
Breakthrough May Improve Cassava Hallazgo Podría Mejorar la Yuca	27
Seed-Grown Cassava Shows Promise Promisoria la Yuca Sembrada por Semilla	31
Biological Control Halts Cassava Hornworm Control Biológico al Gusano Cachón de la Yuca	34
Thai-CIAT Cassava Collaboration Grows Crece Colaboración CIAT-Tailandia en Yuca	37

Bean Program
Programa de Frijol 39
Impact of Bean Research Spreads
Crece Impacto de la Investigación en Frijol 40

Bean Landraces Gain Virus Resistance
Razas Nativas de Frijol con Resistencia a Virus 44

Related Species Improves the Common Bean
Especie Emparentada Mejora el Frijol 46

Artesanal Seed Sector Developing
Prospera el Sector Artesanal de Semillas 49

Bean Information Center Supports Research
Centro de Información sobre Frijol Apoya la Investigación 53

Tropical Pastures Program
Programa de Pastos Tropicales 56
Improved Pastures Raise Cattle Productivity
Pastos Mejorados Aumentan Productividad del Ganado 57

New Legumes for the Llanos
Nuevas Leguminosas para los Llanos 62

Finding Spittlebug-Resistant Grasses
En Busca de Pastos con Resistencia al Salivazo 65

Pastures Network Gains Momentum
La Red de Pastos Avanza 69

Annexes
Anexos 73
Financial Information
Información Financiera 74

Collaborative Projects with Research Institutions around the World
Proyectos Colaborativos con Instituciones Científicas en el Mundo 79

CIAT Publications in 1986
Publicaciones del CIAT en 1986 86

Publications by CIAT Staff during 1986
Publicaciones por Personal del CIAT en 1986 88

Board of Trustees
Junta Directiva (1986-1987) 100

Principal Staff (as of December 1986)
Personal Principal (a Diciembre 1986) 102

The CGIAR System
El Sistema GCIAI 110

The Partnership of International Agricultural Research

Over the past few years, one of the important issues in agricultural research for development has been the continuing discussion on the degree to which international research centers should be involved in so-called 'basic' or 'strategic' research versus 'applied' or 'adaptive' research. The widespread, but sometimes simplistic, view holds that the international centers should concentrate on the former, while the national research systems work on the latter. The more realistic truth is that in tropical agricultural research, there is a partnership between international centers and national programs in which the combined forces are applied towards the common goal of increasing the production and productivity of basic food crops.

In this partnership the major task falls on the shoulders of the national research systems which develop and refine agricultural technology for the specific climatic, edaphic, and socioeconomic conditions of their individual countries. The international centers support them in this effort, with each of the partners being responsible for that particular set of activities in which it has the comparative advantage and with much of the work done together, in a cooperative fashion.

In this collaborative effort, the work of international centers covers the entire spectrum from 'basic' to 'adaptive' research. It is logical that this be so, since the goal of the centers is the eventual impact of their work in the farmers' fields. Often the centers are judged not only by production and productivity increases, but also by the equity and distributional impact of these achievements; thus, it is clear that centers must interface with development organizations and projects in addition to maintaining their most essential interface with the national research systems.

The selected highlights of CIAT's activities that are summarized in this report demonstrate the degree to which the center is involved along this entire spectrum of agricultural research for development, with what we consider to be a good balance between 'upstream' and 'downstream' activities.

The C3-C4 research on cassava is a clear example of the kind of 'upstream' research that is appropriate to an international center with a global mandate in this commodity. Knowledge of the basic physiological biochemical processes of the plant is essential in order to develop plants that will perform with greater efficiency under a wide range of ecological conditions. This work will have an important impact wherever cassava is grown.

The development of Rayong 3 by Thailand's Field Crop Research Institute is clear evidence of a successful 'downstream' activity. The Institute developed this cassava variety through all the stages of varietal improvement, based on germplasm from CIAT and with informative materials, training, and regional support provided by CIAT.

The report on the Bean Information Center provides a good example of an activity in which the international center offers direct support to the work of national programs.

However, a look at many of the other topics contained in this report will demonstrate how many activities defy clear categorization as 'upstream' or 'downstream' by definition. For example: the demand studies for cassava in Asia and Latin America represent 'upstream' economic research on the potential for this important crop. The impact of the results will nonetheless be felt most strongly in the 'downstream' collaborative activities between CIAT and national programs. The backcrossing work in beans, in which landraces are improved by incorporating genes conferring resistance to important diseases, genes that have been identified through years of research, is a clear example of 'mainstream' activities for which the international centers are best known.

These examples show how international centers and national programs working together, concentrating on doing whatever is necessary to solve the production problems of farmers, will continue to make a growing contribution to solving the problems of hunger and poverty in the world.

John L. Nickel
Director General

William E. Tossell
Chairman of the Board

Asociación en la Investigación Agrícola Internacional

En años recientes un importante tema de discusión en investigación agrícola para el desarrollo ha sido el grado hasta el cual los centros internacionales de investigación deberían ocuparse de la así llamada investigación 'básica' o 'estratégica' por oposición a la investigación 'aplicada' o 'adaptativa'. Se sostiene de manera generalizada y a menudo simplista que los centros internacionales deberían concentrarse en la primera y los sistemas nacionales de investigación en la segunda. La posición más realista en investigación agrícola tropical es la de una asociación entre los centros internacionales y los programas nacionales, cuyas fuerzas combinadas se dirigen hacia el objetivo común de aumentar la producción y productividad de los cultivos alimenticios básicos.

En esta asociación la mayor tarea recae sobre los sistemas nacionales de investigación que desarrollan y refinan la tecnología agrícola para las condiciones específicas climáticas, edáficas, y socioecónomicas de sus respectivos países. Los centros internacionales los apoyan en este esfuerzo, siendo cada cual responsable de aquellas actividades para las cuales tiene ventajas comparativas, y realizando la mayor parte del trabajo cooperativamente.

En este esfuerzo conjunto el trabajo de los centros internacionales abarca todo el espectro, desde investigación 'básica' hasta 'adaptiva', lo cual resulta lógico, ya que su propósito es lograr un impacto en los campos de los agricultores. A menudo se juzga a los centros no solamente por los incrementos en producción y productividad sino por la equidad e impacto distributivo de tales logros. Por lo tanto, los centros deberán colaborar con organizaciones y proyectos de desarrollo además de colaborar prioritariamente con los sistemas nacionales de investigación.

La selección de resultados de actividades del CIAT que se resumen en este informe demuestra el grado hasta el cual el centro se ha comprometido en toda la gama de actividades de investigación agrícola para el desarrollo, habiendo logrado un buen balance entre actividades 'avanzadas' y 'aplicadas'.

La investigación en yuca sobre C3 y C4 es un claro ejemplo del tipo de investigación avanzada propio de un centro internacional con responsabilidad global por un cultivo. El conocimiento de los procesos básicos fisiológicos bioquímicos de la planta es esencial para desarrollar plantas que se desempeñen con mayor eficiencia en diversidad de condiciones ecológicas. Este trabajo tendrá gran importancia dondequiera que se cultive yuca.

El desarrollo de Rayong 3 por parte del Instituto de Investigación en Cultivos de Tailandia es muestra evidente de una exitosa actividad 'aplicada'. El Instituto desarrolló esta variedad de yuca a través de todas las etapas de mejoramiento, haciendo uso del germoplasma, los materiales informativos, la capacitación, y el apoyo regional del CIAT.

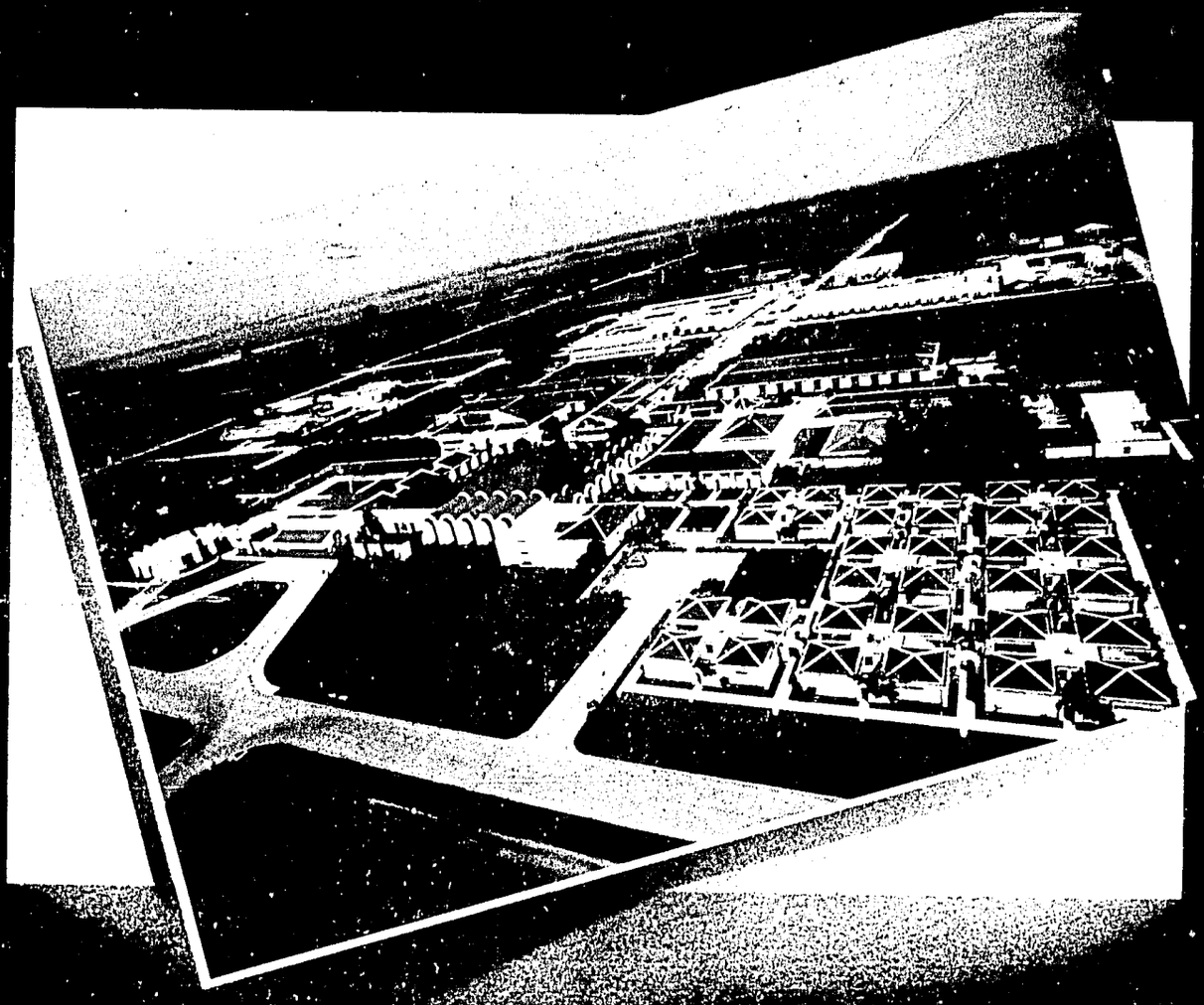
El informe sobre el Centro de Información en Frijol es un buen ejemplo de una actividad en la cual el centro internacional apoya directamente el trabajo de los programas nacionales.

Sin embargo, un vistazo a muchos de los temas del informe demuestra que numerosas actividades no pueden ser definidas categóricamente como 'avanzadas' o 'aplicadas'. Por ejemplo, los estudios de demanda de yuca en Asia y América Latina constituyen una investigación económica 'avanzada' sobre el potencial de este importante cultivo. Sus resultados, sin embargo, se harán más evidentes en las actividades colaborativas 'aplicadas' entre el CIAT y los programas nacionales. El retrocruzamiento del frijol por el cual se mejoran las variedades nativas con la incorporación de genes identificados durante años de investigación como portadores de resistencia a importantes enfermedades es un claro ejemplo de actividades de investigación entre 'avanzadas' y 'aplicadas' por las cuales los centros son bien conocidos.

Los anteriores ejemplos ilustran cómo los centros internacionales y los programas nacionales trabajando juntos en resolver los problemas de producción de los agricultores continuarán contribuyendo cada vez más a la solución de los problemas del hambre y la pobreza en el mundo.

John L. Nickel
Director General

William E. Tossell
Presidente de la Junta



CIAT in Brief

El CIAT en Síntesis

The Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), near Cali, Colombia, is part of a system of 13 international agricultural research centers that help developing countries produce more food. At CIAT, the production-related problems of beans, cassava, rice, and tropical pastures are researched by interdisciplinary teams of scientists.

One of the primary purposes of the Center is to develop, together with national agricultural research organizations, varieties of plants that produce relatively high yields even with minimal use of fertilizers and agricultural chemicals. Research emphasizes plant improvement in order to obtain a stable genetic resistance to major tropical diseases and pests, and the development of technology to increase production and utilization. Small farmers and low-income urban consumers are the main beneficiaries.

CIAT-developed training helps strengthen national agricultural research programs. The Center is also an intermediary in research networks made up of scientists from Latin America and other tropical countries.

More than 40 sponsors, including countries, development banks, international organizations, and foundations financially support the 13 centers. The funds are allocated to the centers through the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR). Approximately 100 scientists, backed by 1200 support staff, carry out the CIAT mandate.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), cercano a Cali en Colombia, es parte de un sistema de 13 centros internacionales de investigación agrícola que ayuda a los países en desarrollo a producir más alimentos. Científicos de diversas especialidades investigan en el CIAT problemas de producción de frijol, yuca, arroz y pastos tropicales.

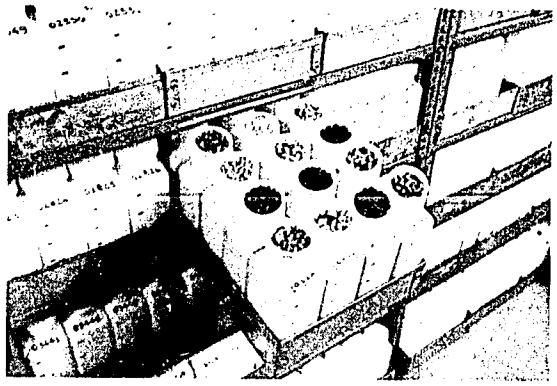
El centro desarrolla, junto con entidades nacionales de investigación agrícola, variedades de plantas con rendimientos relativamente altos aun con poco uso de insumos. La investigación busca obtener plantas con resistencia genética estable a las principales enfermedades y plagas tropicales, y una tecnología que aumente su producción y utilización. Los principales beneficiarios son los consumidores urbanos de bajos ingresos y los pequeños agricultores.

Por medio de capacitación el CIAT ayuda a fortalecer los programas nacionales de investigación agrícola. El centro promueve además redes de investigación conformadas por científicos de América Latina y de otras regiones tropicales.

Más de 40 donantes, entre ellos países, bancos de desarrollo, organizaciones internacionales, y fundaciones, dan su apoyo financiero a los 13 centros. Su asignación la hace el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI). Aproximadamente 100 científicos, con el apoyo de cerca de 1200 funcionarios, realizan el mandato del CIAT.

Germplasm-based technology

The technology developed by CIAT in collaboration with national agricultural research programs is germplasm-based. To facilitate research, the Genetic Resources Unit collects and stores germplasm (reproductive material) gathered worldwide. The Center's collection of bean, cassava, and tropical pasture species is the world's largest and is made available to all national agricultural research institutions.



Stored bean germplasm provides genetic diversity.

Germoplasma de trigol, fuente de diversidad genética.

Tecnología basada en el fitomejoramiento

El CIAT desarrolla, en colaboración con los programas nacionales de investigación agrícola, tecnología basada en la adaptación genética de las plantas a los diversos ecosistemas. Con tal fin, la Unidad de Recursos Genéticos recolecta germoplasma (material reproductivo) en todo el mundo. Sus colecciones de frijol, yuca y pastos tropicales son las mayores del mundo y sirven a la investigación agrícola nacional.

Different ecologies and different varieties

CIAT scientists breed new varieties of plants to suit different tropical ecologies. The Rice Program, for instance, is producing high-yielding disease- and pest-tolerant plants that can be grown under varying ecological conditions. It develops varieties and technologies which require fewer inputs with little sacrifice in yield.

Suction of Sogatodes *(rice pest) for further study.*

Succión de Sogatodes *(plaga del arroz) para su estudio.*

Diferentes ecologías y diferentes variedades

El CIAT desarrolla variedades adaptadas a diferentes ecologías tropicales. Su Programa de Arroz, por ejemplo, obtiene plantas de alto rendimiento que toleran enfermedades y plagas, y pueden cultivarse en diversas condiciones ecológicas. Tales variedades y sus tecnologías de producción requieren menos insumos sin que se afecten sus rendimientos.

Breeding for disease resistance

An important part of CIAT's research effort is to develop better plants. Improving beans, a food staple throughout tropical America and eastern and southern Africa, is an example. CIAT and national program bean sci-

Bean varieties developed for African cropping systems.

Variedades de trigol para los sistemas de cultivo africanos.

Fitomejoramiento por resistencia a enfermedades

Una parte importante de la investigación del CIAT es desarrollar plantas mejoradas. El frijol, un alimento clave en América tropical y en Africa oriental y del sur, es un buen ejemplo; los científicos del

entists improve bean production by developing new varieties that carry resistance or tolerance to damage-causing diseases and pests, are drought tolerant, and are adapted to small farmers' mixed-cropping systems. They also work to make varieties store better and cook in a shorter amount of time

CIAT y de los programas nacionales mejoran su producción desarrollando nuevas variedades resistentes o tolerantes a enfermedades, plagas, sequía, o adaptadas a los sistemas de cultivos múltiples de los pequeños agricultores; al igual que variedades que se puedan almacenar sin riesgo y cocinarse más rápidamente.

Technology for acid soils

Most of Latin America's soils are very acid, including the vast savannas which have great potential for cattle production. CIAT's Tropical Pastures Program, in collaboration with national programs, is developing pasture combinations of grasses and legumes and the technology to economically manage them, thereby helping to open up underutilized frontiers for the efficient production of meat and milk.

Pasture legumes are evaluated in Quilichao, Colombia.

Tecnología para suelos ácidos

Gran parte de los suelos latinoamericanos son muy ácidos, incluidas las grandes sabanas con amplio potencial ganadero. El Programa de Pastos Tropicales desarrolla en colaboración con los programas nacionales combinaciones de pastos y leguminosas forrajeras y la tecnología para manejarlas económicamente, con lo cual se aprovechan mejor aquellos territorios subutilizados de frontera en la producción eficiente de carne y leche.

Low-income consumer benefits

Consumers and small farmers are the chief beneficiaries of CIAT's work. Cassava research contributes by developing high-yielding plants and by devising technology to preserve, process, and market the commodity as food products and animal feed. Cassava's place as a dietary staple for millions of people is assured because it will grow in areas where most crops fail.

Fresh cassava, ready for starch processing, Colombia.

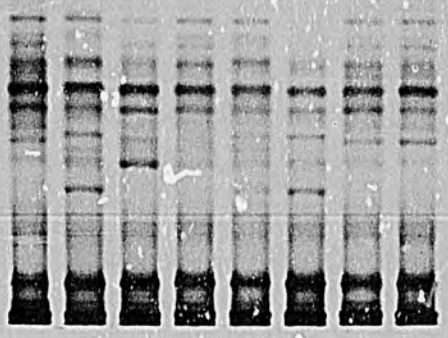
Yuca para fabricación de almidón, Colombia

Beneficios para el consumidor de bajos ingresos

Los consumidores y los pequeños agricultores son los principales beneficiarios del trabajo del CIAT. La investigación sobre yuca aporta plantas de alto rendimiento y tecnología para preservar, procesar y comercializar este producto de consumo humano y animal. La yuca es un alimento de primer orden para millones de personas ya que crece donde no se dan otros cultivos.

Biotechnology

Biotechnology is used by CIAT scientists to increase the efficiency of plant breeding programs. Cell tissue culture and biochemical technologies accelerate processes to develop improved lines. The major emphasis is on applied research.



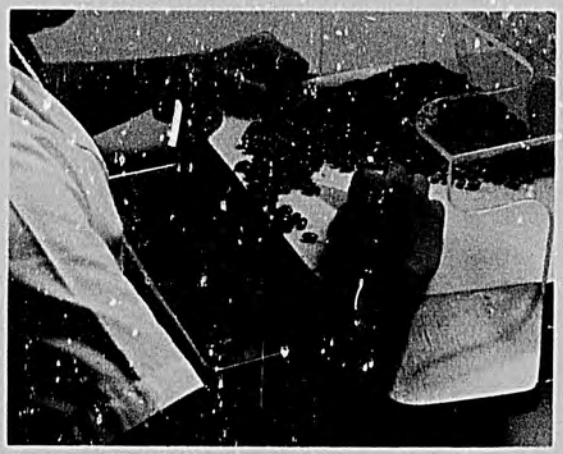
Electrophoresis identifies plants' genotypic differences.
La electroforesis identifica diferencias genotípicas.

Biotecnología

Los científicos del CIAT usan la biotecnología para aumentar la eficiencia del fitomejoramiento. El cultivo de tejidos de células y tecnologías bioquímicas aceleran el desarrollo de líneas mejoradas de plantas. Este es un esfuerzo de investigación aplicada.

Technology transfer through seed

New technology has to be transferred to farmers. CIAT's Seed Unit plays an important role in this process by strengthening the Latin American and Caribbean seed sector through training and technical cooperation programs. Also, new varieties of beans, rice, and pasture seed are multiplied and distributed by the Unit to collaborating countries.



Purity analysis is a step for establishing seed quality.
Análisis de pureza para conocer la calidad de la semilla.

Transferencia de tecnología en la semilla

La nueva tecnología debe ser transferida a los agricultores. La Unidad de Semillas del CIAT colabora en este proceso mediante la cooperación técnica y la capacitación del sector semillista de América Latina y el Caribe. También la Unidad multiplica y distribuye nuevas variedades de frijol, arroz, y pasturas a los países con los cuales colabora.

Training scientists

An important part of CIAT's overall program is the training of scientists to strengthen the research capacity of the national research programs. Thousands of scientists have participated in multidisciplinary courses or thesis work conducted at the Center and in incountry courses.

Trainees pollinate cassava under controlled conditions.
Prácticas en polinización de yuca en condiciones controladas.

Capacitando científicos

La capacitación de científicos es parte importante del programa del CIAT, con la cual contribuye a reforzar la capacidad de investigación de los programas nacionales. Miles de científicos han participado en cursos multidisciplinarios o en trabajos de tesis en el centro, así como en cursos en los países.

The role of communications

CIAT's Communication and Information Support Unit (CISU) provides specialized and general information about the Center's activities. It edits and publishes technical reports, network research data, newsletters, and conference proceedings. CISU-developed audiotutorials are used as training materials, while specialized information services reach a global network of researchers.

Publications reach diverse audiences.
Publicaciones para diversidad de audiencias.

El papel de la comunicación

La Unidad de Apoyo en Comunicaciones e Información del CIAT provee información general y especializada sobre el centro. La Unidad publica informes técnicos, resultados de investigación, boletines periódicos y memorias de conferencias. Los audiotutoriales producidos se emplean en capacitación, y los servicios especializados de información sirven a redes internacionales de investigadores.

Rice Program
Programa de Arroz

International Rice Research Growing

Crece Investigación Internacional en Arroz

The decentralization of the Rice Program's research has been accompanied by the steady expansion of its international activities. Last year the Program collaborated with 16 national programs: eight from Latin American countries and eight from the Caribbean region.

For example, improved germplasm was sent to national research programs in Mexico, Central and South America, and the Caribbean. Extensive evaluation and selection trials were conducted in Guatemala and Panama. Peru was the site for the evaluation of advanced

La descentralización de la investigación del Programa de Arroz ha venido acompañada por la expansión continua de sus actividades internacionales. El año pasado el Programa colaboró con 16 programas nacionales, ocho de América Latina y ocho del Caribe.

Por ejemplo, se envió germoplasma mejorado a programas nacionales de investigación en México, América Central y del Sur, y el Caribe. En Panamá y Guatemala se llevaron a cabo ensayos extensos de selección y evaluación. Perú fue la sede de evaluaciones de líneas

Participants of the Caribbean Rice Research Network meeting held in Dominican Republic inspect a medium-capacity combine.

Participantes en la reunión en República Dominicana de la Red de Investigación de Arroz en el Caribe inspeccionan una combinada de mediana capacidad.

breeding lines and crop management practices being developed for humid tropical regions.

The Caribbean Rice Research Network (CRRN) was launched in February 1986 with the stationing of a network coordinator in the Dominican Republic. Based at the Centro Experimental de Investigaciones Arroceras (CEDIA), Juma, he facilitates the network's collaborative research projects. The CRRN members are Belize, Cuba, Dominican Republic, Guyana, Haiti, Jamaica, Trinidad and Tobago, and Suriname.

The chief aim of the network is to bolster development of new rice production and seed technology for the varying ecological and economic conditions of the rice production zones of the Caribbean. In mid-1986, several nurseries, totalling 561 entries from the International Rice Research Institute (IRRI), CIAT, and Guyana, were planted at CEDIA for evaluation, seed multiplication, and distribution.

International Rice Testing Program (IRTP)

Rice breeders from Bolivia, Colombia, Ecuador, Peru, and Venezuela met at CIAT's Santa Rosa station, Villavicencio, Colombia, to select germplasm for next year's IRTP nurseries. Advanced lines from CIAT, IRRI, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), and national breeding programs were evaluated at four locations. The selected lines now growing in CIAT's multiplication plots will be transferred to IRTP's master list of lines from which the nurseries are formed.

Training increases

In 1986 the Rice Program began reducing its emphasis on general rice courses in favor of specific, regionally tied courses. These courses were conducted throughout Latin America in keeping with the Program's decentralization policy. National program researchers were trained in breeding, agronomy, and other aspects of the latest rice production technology directly related to problems specific to their areas.

avanzadas de mejoramiento y prácticas de manejo que se desarrollan para el trópico húmedo.

En febrero de 1986 se lanzó la Red de Investigación de Arroz en el Caribe (RIAC) con la ubicación de un coordinador de la red en el Centro Experimental de Investigaciones Arroceras (CEDIA), Juma, República Dominicana, para facilitar la investigación colaborativa. La RIAC incluye a Belice, Cuba, Guyana, Haití, Jamaica, República Dominicana, Trinidad y Tobago y Surinam.

El principal propósito de la red es promover el desarrollo de nueva tecnología de semillas y de producción de arroz para las diversas condiciones ecológicas y económicas del Caribe. A mediados de 1986 se sembró en el CEDIA para su evaluación, multiplicación de semillas, y distribución un total de 561 entradas de varios viveros procedentes del IRRI, CIAT y Guyana.

Programa Internacional de Pruebas de Arroz (PIPA)

Mejoradores de arroz de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela se reunieron en la estación Santa Rosa del CIAT, en Villavicencio, Colombia, para seleccionar el germoplasma para los viveros del PIPA del próximo año. Líneas avanzadas del CIAT, IRRI, IITA, y de los programas nacionales de mejoramiento fueron evaluadas en cuatro localidades. Las líneas seleccionadas están en los lotes de multiplicación del CIAT e ingresarán a la lista maestra de líneas del PIPA con las cuales se forman los viveros.

Aumenta la capacitación

En 1986 el Programa de Arroz comenzó a hacer menos énfasis en cursos generales de arroz y más en cursos específicos regionales. En consecuencia, los cursos se llevaron a cabo en diversos países de América Latina. Se capacitaron investigadores de programas nacionales en fitomejoramiento, agronomía y otros aspectos de tecnología de producción de arroz relacionados específicamente con los problemas en sus áreas de trabajo.

Rice harvest in experimental plots at the Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijao (CNPAF), Goiania, Brazil.

Cosecha de parcelas experimentales en el Centro Nacional de Pesquisa em Arroz e Feijao (CNPAF), Goiania, Brasil.

National management plans

Studies pointing to management problems and excessive production costs as the major constraints to expanded rice production have prompted the Rice Program to help countries design 'national management plans'. These plans prescribe better economic practices and detail systems for integrating planting densities and pest, weed, and disease control. Plans have already been developed in collaboration with national program scientists for Colombia, Chile, and southern Brazil.

Brazil has a rice production deficit of half a million tons annually. This shortfall could be corrected by increasing the planted area. Swamp lands are being brought into rice cultivation. CIAT is assisting the national agricultural program in this undertaking by developing special courses dealing with crop management, certified seed production, and soil preparation for these areas.

Other training activities

During 1986 eight visiting rice researchers were trained at CIAT in breeding, agronomy, entomology, and phytopathology. Both M.Sc. and Ph.D. candidates from national programs throughout Latin America and the Caribbean are currently studying rice production at CIAT.

Planes nacionales de manejo

Los estudios que señalan problemas de manejo y costos excesivos como los principales obstáculos en la producción de arroz han llevado al Programa a ayudar a los países a diseñar 'planes nacionales de manejo'. Estos planes formulan prácticas agronómicas mejoradas y sistemas para optimizar densidades de siembra y control de enfermedades, plagas y malezas. Ya se han desarrollado planes en colaboración con científicos de programas nacionales de Colombia, Chile y el sur de Brasil.

Brasil tiene un déficit de arroz de medio millón de toneladas al año, el cual se podría atender aumentando el área sembrada. Para esto se están empleando zonas pantanosas. El CIAT está ayudando al programa nacional en esta tarea ofreciendo cursos especiales sobre manejo del cultivo, producción de semilla certificada, y preparación de tales suelos.

Otras actividades de capacitación

Durante 1986 se capacitaron en el CIAT ocho investigadores visitantes en fitomejoramiento, agronomía, entomología y fitopatología, y candidatos a maestría y doctorado de programas nacionales de América Latina y el Caribe estudian actualmente producción de arroz en el Centro.

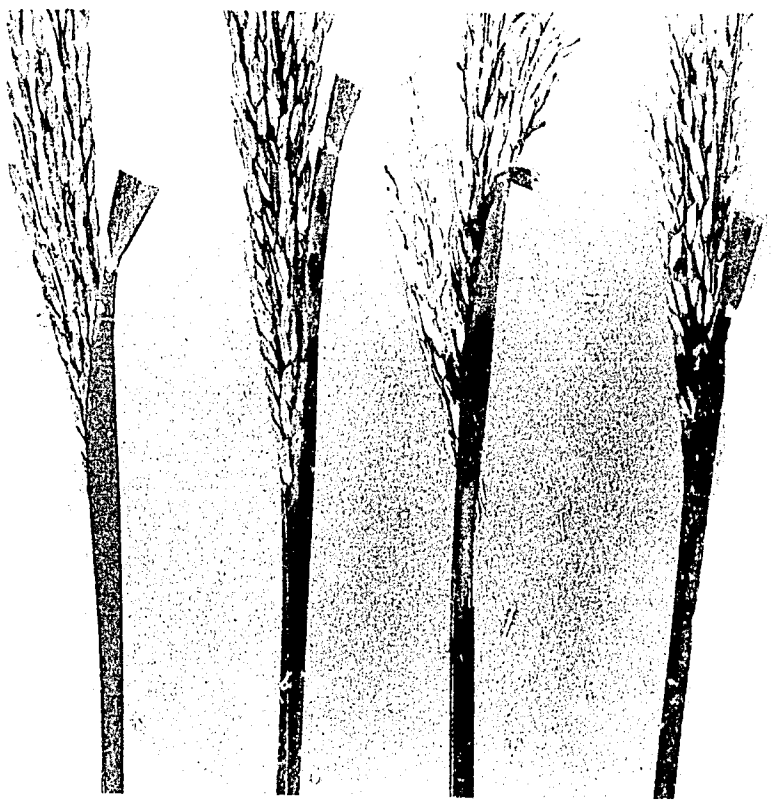
New Rice Pathogen Investigated

Nuevo Patógeno del Arroz en Investigación.

A bacterial disease of rice, unknown in Latin America before 1985, is being intensively investigated at CIAT. The pathogen could produce substantial crop losses under the right combination of conditions in the large rice-producing areas of tropical and temperate South America.

Called 'sheath brown rot', the disease is caused by a fluorescent bacterium, *Pseudo-*

CIAT está investigando intensamente una enfermedad bacteriana del arroz, desconocida en América Latina hasta 1985. Bajo ciertas condiciones el patógeno podría producir pérdidas sustanciales de cosechas en grandes áreas productoras de arroz en Suramérica tropical y templada. La enfermedad, llamada 'pudrición café de la vaina', es causada por una bacteria fluorescente, *Pseudomonas fuscovaginae*, que



Flag-leaf sheath and grain discoloration caused by the bacterium.

Manchado de la vaina de la hoja bandera y del grano causado por la bacteria

Rice grains infected by P. fuscovaginae *fluoresce under black light.*

Granos de arroz infectados por P. fuscovaginae *brillan bajo luz negra*

monas fuscovaginae, which discolors and rots the sheath surrounding the rice panicle and grain. Studies in 1986 confirmed that the disease is seed-borne and seed-transmitted. However, plant-to-plant transmission can occur in the field.

Recent research

Studies this past year concentrated on clarifying the identity of the pathogen and defining its distribution and epidemiology in Latin America. Simple techniques are being developed for quick diagnosis.

CIAT's investigation of *P. fuscovaginae* is the first reported study of a fluorescent *Pseudomonas* spp. affecting rice in the hemisphere. In order to evaluate the disease's distribution in the Caribbean and Central and South

mancha y pudre la vaina que rodea la panícula y el grano del arroz. Los estudios realizados en 1986 confirmaron que aunque la enfermedad es trasmitida por semilla, también se trasmite de una planta a otra.

Investigaciones recientes

El año pasado, los estudios se concentraron en clarificar la identidad del patógeno y definir su distribución y epidemiología en América Latina. Se están desarrollando técnicas sencillas de diagnóstico rápido.

El primer estudio documentado sobre *P. fuscovaginae* en el hemisferio fue realizado por el CIAT. Para evaluar la distribución de la enfermedad en América Central, del Sur y el

America, samples of discolored rice seed and/or leaf sheaths were obtained from 21 countries of these regions. Pathogenic fluorescent *Pseudomonas* spp. were found in 20 samples from 20 countries. Samples from all except Chile contained *P. fuscovaginae*. The Chilean sample, having identical symptoms, was infected by *P. syringae*. This exception, and the known variability within *P. fuscovaginae*, require more study of the relationships among this poorly understood group of rice pathogens.

A host-range study showed that a wide range of plants, in addition to rice, are susceptible to sheath brown rot disease. Grasses, in particular, may harbor the pathogen. This can exacerbate the problem in rice fields where weeds are present. Plant debris in soil can also become a source of the disease. Control or eradication by chemical means is extremely difficult as is the case for most tropical bacterial diseases.

An economic threat

The potential economic damage from the pathogen is high. Since *P. fuscovaginae* and similar bacteria are favored by relatively cool, wet conditions, such conditions coinciding with the emergence of the rice plant panicle and high bacterial populations, can lead to devastating effects in some rice-growing areas in Latin America. It is probable that those outbreaks of sheath rot and grain discoloration that were of unknown cause, were due to this pathogen.

Furthermore, the existence and ease of plant-to-plant transmission, coupled with the bacteria's survival in crop residue and weeds, indicate that using pathogen-free seed will **not** be the answer to controlling the disease. When conditions are right for the development and spread of the disease, it may well be unstoppable. The only attractive and practical recourse, say the scientists, appears to be through the development of varietal resistance or tolerance. Research has already begun on identifying varieties of rice with resistance or tolerance to these bacteria.

Caribe, se obtuvieron muestras de semilla o vainas manchadas de arroz en 21 países. En 20 de ellas se encontraron patogénos *Pseudomonas* fluorescentes. Todas las muestras, excepto las de Chile, contenían *P. fuscovaginae*. La muestra chilena, con síntomas idénticos, estaba infectada por *P. syringae*. Esta excepción, y la conocida variabilidad de *P. fuscovaginae*, hacen necesario prestar más atención a este casi desconocido grupo de patógenos del arroz.

Un estudio de hospedancias mostró que un amplio rango de plantas eran susceptibles a la enfermedad además del arroz. Las gramíneas, en particular, pueden albergar el patógeno. Esto puede agravar el problema en los arrozales donde hay malezas. Los desechos vegetales del suelo también pueden ser fuente de la enfermedad. Como sucede con casi todas las enfermedades bacterianas tropicales, el control y la erradicación por medios químicos es muy difícil.

Una amenaza económica

El daño económico potencial es elevado. Puesto que *P. fuscovaginae* y bacterias similares prosperan en climas relativamente frescos y húmedos, tales condiciones, coincidentes con el desarrollo de la panícula de arroz y elevadas poblaciones de bacterias, podrían ocasionar brotes con efecto devastador en algunas áreas de América Latina. Es probable que brotes de pudrición de la vaina y manchado de grano por causas desconocidas hayan sido ocasionadas por este patógeno.

Además, la facilidad de contagio de una planta a otra, junto con la supervivencia de la bacteria en residuos de cosechas y malezas, indican que el uso de semillas libres de patógeno **no** es la forma de controlar la enfermedad. Cuando las condiciones son adecuadas para su desarrollo y difusión, aquélla podría ser incontrolable. El único recurso atractivo y práctico, según los científicos, parece ser la resistencia o tolerancia varietal. Ya se ha iniciado la investigación para identificar variedades de arroz con resistencia o tolerancia a estas bacterias.

Crop Management: Key to Future Rice Growing

Manejo del Cultivo: Clave en la Producción Futura de Arroz

Rice production in most countries in Latin America must increase considerably in the future to avoid huge deficits. A CIAT study predicts rice shortfalls of up to 4.6 million tons by 1995 if populations continue to grow and there is no corresponding increase in rice production. The study points to integrated crop management (ICM) as the key to avoiding this scenario.

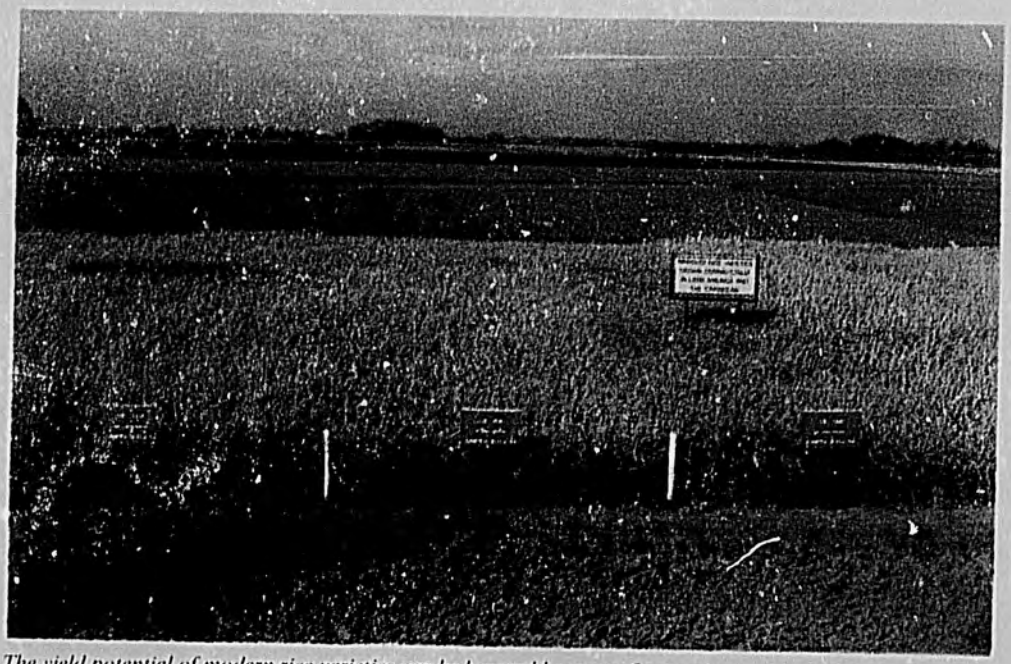
The problem

Analysis indicates that at present there is little economic incentive in several countries for

La producción de arroz en la mayoría de los países de América Latina debe aumentar considerablemente en el futuro para evitar enormes déficits. Un estudio del CIAT predice faltantes hasta de 4.6 millones de toneladas de arroz hacia 1995 si la población continúa creciendo y la producción no aumenta. El estudio señala el Manejo Integrado de Cultivos (MIC) como la clave para evitar esta situación.

El problema

El análisis indica que en la actualidad hay poco incentivo económico en varios países para que



The yield potential of modern rice varieties can be lowered because of poor crop management.

El rendimiento potencial de las variedades modernas de arroz puede reducirse por malas prácticas de manejo.

farmers to expand production. A few countries, such as Colombia, have high yields of up to 6 tons/ha but, because of high production costs, farmers' profits are low. Most countries have average yields of 3-5 tons/ha which are far below the potential of the widely grown high-yielding varieties. This demonstrates that the simple introduction of new high-yielding varieties cannot be expected to stimulate production.

The high costs of plant protection, lack of appropriate machinery, poor seed quality, and certain diseases tend to be the major constraints to increasing production. These factors vary in order and relative importance from country to country throughout Latin America.

Rice Program's role

The Rice Program at CIAT is increasing its efforts to develop, in close collaboration with national programs, varieties and management practices which meet the specific requirements of the various countries. This includes assisting national programs in analyzing production constraints and in developing and implementing appropriate production practices. For example, some diseases and pests, such as the 'hoja blanca' virus, *Sogatodes* plant hopper, and foliar diseases, are best controlled by using resistant or tolerant varieties, whereas weed control and most other pests are best handled by appropriate cultural practices. Although such management practices, including the establishment of economic thresholds for insect pests, analysis of red rice yield losses, and evaluation of weed control technology, have great potential in many countries, implementing them depends, to a great extent, on the development and use of region-specific production plans.

Serving national programs

The Rice Program cooperated with the Colombian national agriculture program (ICA)[1] and the rice farmers' federation (FEDEARROZ)[2] to prepare, in 1986, a national

1. ICA: Instituto Colombiano Agropecuario.
2. FEDEARROZ: Federación Nacional de Arroceros de Colombia.

los agricultores aumenten la producción. Unos cuantos países, como Colombia, tienen altos rendimientos (hasta 6 t/ha), pero por los altos costos de producción las ganancias de los agricultores son bajas. La mayoría de los países tienen rendimientos medios (3-5 t/ha), inferiores al potencial de las variedades cultivadas, lo que demuestra que la sola introducción de nuevas variedades de alto rendimiento no basta para estimular la producción.

Los altos costos de protección del cultivo, la falta de maquinaria apropiada, la baja calidad de la semilla, y ciertas enfermedades, suelen ser los principales obstáculos, en diversos órdenes de importancia para cada país, para el aumento de la producción.

Papel del Programa de Arroz

El Programa de Arroz está incrementando esfuerzos para desarrollar, en estrecha colaboración con programas nacionales, variedades y prácticas de manejo para cada país. Esto incluye el análisis con los programas nacionales de los problemas de la producción y el desarrollo e implementación de prácticas apropiadas de producción.

Algunos problemas, como el virus de la hoja blanca, el saltahojas *Sogatodes*, y las enfermedades foliares, se controlan mejor usando variedades resistentes o tolerantes, mientras que la mayoría de las plagas y malezas responden mejor a un manejo adecuado. Prácticas tales como establecer umbrales económicos para los ataques de plagas, analizar las pérdidas por arroz rojo, y evaluar la tecnología de control de malezas, tienen gran potencial en muchos países. Sin embargo, su implementación depende en gran medida del desarrollo y uso de planes de producción específicos para cada región.

Sirviendo a los programas nacionales

En 1986 el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y la Federación Nacional de Arroceros de Colombia (FEDEARROZ) prepararon un plan nacional de producción con la colaboración del CIAT. El plan consideró cuatro problemas principales: altas y costosas densi-

production plan to improve crop management for Colombia. The plan addressed four key production problems: high and expensive seeding rates, unjustified weed control, costly 'preventive' pest control, and poor disease management.

Scientists, field technicians, and farmers found that production costs can be reduced by the equivalent of about 1.2 ton/ha in irrigated rice and by about 0.7 tons/ha in upland rice. They projected national savings over the whole rice area of 370,000 ha. This is equivalent to 420,000 tons of paddy (or nearly US$72 million per year) of which 55% (or about US$40 million) are potential savings in pesticides (most of which are imported).

In a similar way CIAT assisted national programs in Chile and southern Brazil to develop crop production plans.

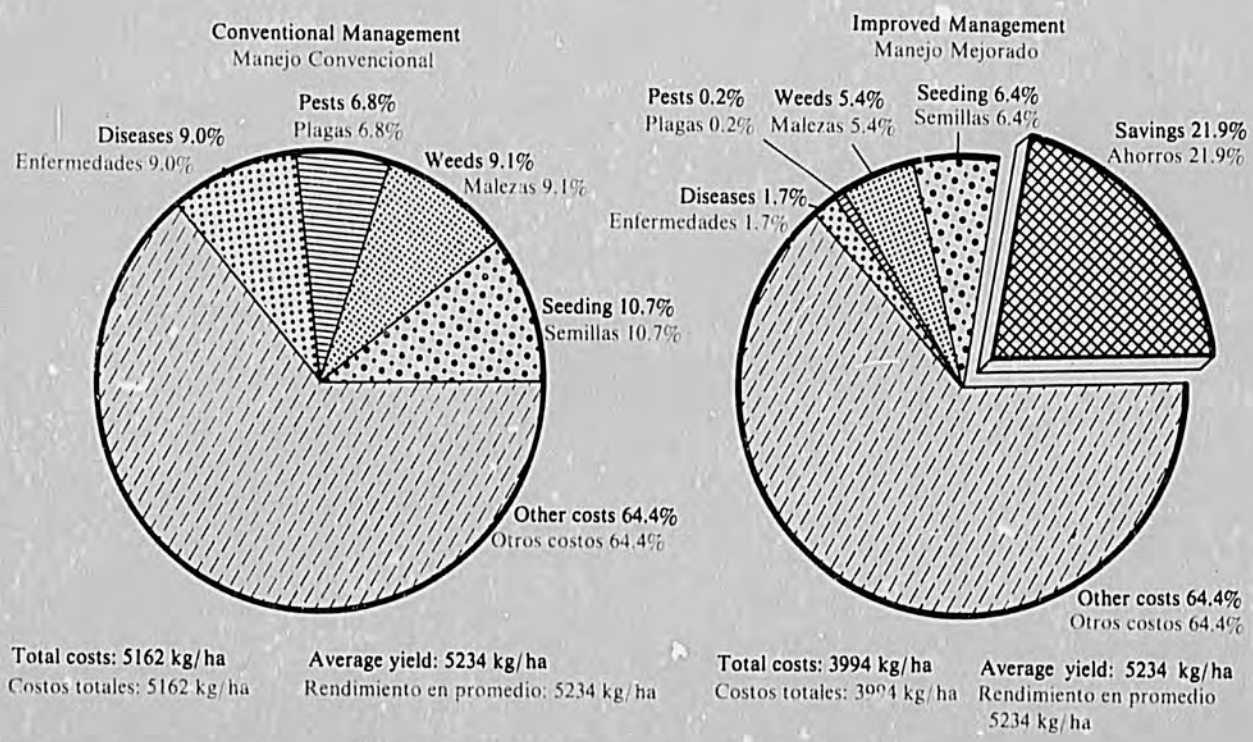
The widespread adoption of integrated crop management as a part of each nation's total national production plan can play a key role in helping Latin America avoid shortfalls in rice in coming years by making rice farming a more attractive proposition.

dades de siembra, injustificados controles de malezas, costosos controles 'preventivos' de plagas, y mal manejo de las enfermedades.

Los científicos, técnicos de campo y agricultores encontraron que los costos de producción se pueden reducir en un equivalente a 1.2 t/ha de arroz de riego y cerca de 0.7 t/ha en arroz de secano. Se proyectó un ahorro nacional de 370,000 ha en toda el área arrocera. Esto equivaldría a 420,000 t de arroz paddy o casi US$ 72 millones al año, de los cuales 55%, unos US$ 40 millones, serían el ahorro potencial en pesticidas, la mayor parte importados.

En forma similar se han desarrollado planes de producción para Chile y el sur de Brasil.

La amplia adopción del Manejo Integrado de Cultivos (MIC) como parte de un plan nacional de producción puede contribuir a que América Latina prevenga futuras escaseces de arroz al hacer esta actividad productora más atractiva.



Savings in production costs in irrigated rice in Colombia by changing from conventional to improved crop management, 1986.

Ahorros en los costos de producción en arroz de riego en Colombia al cambiar de manejo convencional a mejorado, 1986.

An Integrated Pest Management Manual

Manual de Manejo Integrado de Plagas

Colombia's Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), and CIAT Rice Program scientists have introduced a two-step pest monitoring system in Colombia. The system can potentially reduce by ten the amount of pesticides growers use and from five applications to less than one per crop. This devel-

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), la Federación Nacional de Arroceros (FEDEARROZ), y el CIAT han introducido un sistema de monitoreo de plagas en Colombia. El sistema, de dos pasos, puede reducir en un 90% la cantidad de pesticidas que los agricultores usan: de cinco aplicaciones a menos de una por cosecha. Esto podría producir ahorros de

Monitoring rice root damage caused by Phyllophaga *larvae aids in evaluating the severity of the attack.*

La observación del daño en las raíces del arroz por larvas de Phyllophaga *permite evaluar la severidad del ataque.*

opment could produce savings of US$20 million per year for the whole rice-growing area. This field monitoring system on the farm level is part of the Rice Program's general Integrated Pest Management (IPM) approach which includes short-, medium-, and long-term control practices. Also involved are changes in cultural practices, breeding tolerant varieties, and increasing the use of biological control. The system, with local refinements, is adaptable to other rice-growing regions of Latin America.

The need for IPM

There are more than 60 species of insects in Latin America that are potential rice pests. To control them growers habitually use preventive pest measures, that is, they apply pesticides without necessarily analyzing the need. A CIAT survey of insecticide use and pest control on rice in Latin America found an average of 3-6 insecticide applications per crop in tropical and Central America and slightly fewer in more temperate areas. In almost all countries, 60%-80% of the applications were unjustified by actual damage and were considered 'preventive'. This practice increases production costs, contaminates the environment and, because of its impact on the biological control agents, can result in pest outbreaks and pest resurgence rather than pest control. Another consideration: 42% of the most commonly used pesticides are highly toxic and are health risks to humans.

CIAT rice scientists are advocating replacing preventive pest control with pest management which means evaluating pest populations and prescribing control **only** when pests surpass established economic thresholds.

The two-step system

The CIAT system makes it possible to evaluate pests in the field by using a two-step system of pest monitoring. Two manuals are used: an evaluation book for insect and damage assessment and a decision book for distinguishing tolerable pest levels from those surpassing economic thresholds and outlining recommended actions against pests.

US$ 20 millones por año en toda el área arrocera. El sistema de monitoreo en el campo es parte del esquema general de Manejo Integrado de Plagas (MIP) del Programa de Arroz el cual incluye prácticas de control a corto, mediano, y largo plazo. También incluye cambios en las prácticas culturales, desarrollo de variedades tolerantes, y control biológico. El sistema, con refinamientos locales, es adaptable a otras regiones arroceras de América Latina.

Necesidad del MIP

Hay más de 60 especies de plagas potenciales del arroz en América Latina. Para controlarlas los cultivadores habitualmente aplican medidas preventivas, como plaguicidas, sin analizar debidamente su necesidad. Un sondeo del CIAT sobre el uso de insecticidas y control de plagas en América Latina encontró un promedio de 3-6 aplicaciones por cosecha en América tropical y un poco menos en las zonas más templadas. En casi todos los países, 60-80% de las aplicaciones eran injustificadas en relación con el daño real y se consideraban 'preventivas'. Esta práctica aumenta los costos de producción, contamina el ambiente, y, por su impacto en los agentes de control biológico, puede resultar en brotes de plagas y su retorno en lugar de su control. Además, 42% de los pesticidas más comúnmente usados son altamente tóxicos y ofrecen riesgos para la salud humana.

Los científicos arroceros del CIAT están promoviendo el remplazo del control preventivo por el manejo de plagas, lo cual requiere la evaluación de sus poblaciones y la prescripción de su control **sólo** cuando éllas sobrepasen el umbral económico.

Sistema de dos pasos

El sistema del CIAT permite evaluar las plagas en el campo usando el monitoreo de dos pasos contenido en dos manuales: uno de evaluación para la estimación del daño y de los insectos, y uno de ejecución el cual distingue los niveles tolerables de infestación de los que exceden el

The use of the egg-eating Telenomus *parasite to control stemborer is more economical and safer than pesticides.*

El empleo del Telenomus *que parasita los huevos del barrenador del tallo es más económico y seguro que los pesticidas.*

In the evaluation process the farmer or technician only evaluates the kind of damage done to the crop. This avoids the problem of specifically identifying pests which would severely limit the application of IPM in developing countries. The farmer or technician can also monitor spider levels in the paddy as these provide an excellent indicator of the functioning or disturbance of biological control.

To realize its full potential the IPM system has to be incorporated into an overall crop management scheme. This requires its use on a regional basis. Once in place, between 5 and 7 field assessments per crop are required. The introduction of IPM is best done through a nationally designed and promoted production plan. In this way the use of IPM as part of an improved and integrated management pro-

umbral económico, y señala las acciones recomendadas contra las plagas.

En el proceso de evaluación el agricultor o técnico sólo evalúa el tipo de daño que sufre el cultivo. Con ésto se evita el problema de identificar plagas específicas, que limitaría seriamente la aplicación del MIP en países en desarrollo. El mismo proceso enseña a los cultivadores a medir los niveles de arácnidos en el arroz paddy para saber si el control biológico está o no funcionando.

Para obtener todo su potencial el sistema MIP debe incorporarse a un programa general de manejo de cultivos para empleo a nivel regional. Ya en ejecución se requieren entre 5 y 7 evaluaciones de campo por cultivo. El MIP debe ser introducido dentro de un plan de producción diseñado y promocionado nacionalmente. En esta forma el MIP, como parte de un programa de manejo integrado, puede reducir

gram on rice production can result in considerable reduction in production costs, less environmental contamination, and lower health risks for growers and consumers.

Comparison of preventive pest control and integrated pest management: effect on economic returns, Jamundí, Colombia, 1985-1986.

Rice variety	Value (kg/ha)[a]	
	Preventive	Integrated
CICA 8		
Yield	2914	3281
Cost of control	250	0
Difference	2664	3281
Oryzica 1		
Yield	7313	7589
Cost of control	250	0
Difference	7063	7589

a. Mean of three replications. No significant differences in yield were found between preventive and integrated pest control for CICA 8 or Oryzica 1.

Potential savings from integrated pest management (IPM) in comparison to preventive pest control (PPC), Colombia. (Total area in 1985: 370,000 ha.)

	PPC	IPM	Savings
Number of applications	5.3	0.4	
Costs (kg of paddy/ha)	367	34	
Costs (US$/ha)	63.1	5.8	
Savings (US$/ha)			57.3
Costs for total rice area (US$/year)	23,084,300	2,138,600	
National savings (US$/year)			20,945,700

considerablemente los costos de producción del arroz, así como la contaminación ambiental y el peligro para la salud de cultivadores y consumidores.

Comparación del control preventivo y el manejo integrado de plagas: efectos sobre el retorno económico, Jamundí 1985-1986.

Variedades	Valor (kg/ha)[a]	
	Preventivo	Integrado
CICA 8		
Rendimiento	2914	3281
Costo del control	250	0
Diferencia	2664	3281
Oryzica 1		
Rendimiento	7313	7589
Costo del control	250	0
Diferencia	7063	7589

a. Mediana de tres réplicas, no se encontraron diferencias significativas en rendimiento entre control preventivo e integrado entre CICA 8 y Oryzica 1.

Ahorro potencial con manejo integrado de plagas (MIP) en comparación con control preventivo (CPP), Colombia (área total en 1985: 370,000 ha).

	CPP	MIP	Ahorro
Número de aplicaciones	5.3	0.4	
Costos por kg de paddy/ha	367	34	
Costos (US$/ha)	63.1	5.8	
Ahorros (US$/ha)			57.3
Costos por área total de arroz (US$/año)	23,084,300	2,138,600	
Ahorro nacional (US$/año)			20,945,700

Anther Culture Develops Cold-Tolerant Plants

Plantas Tolerantes al Frío por Cultivo de Anteras

At CIAT anther culture techniques are used to develop new rice germplasm that is tolerant to cold and can have immediate use in Chile. The next step is to combine resistance to rice blast and iron toxicity with this material for use in southern Brazil. This material is essential to improve and increase rice production in many parts of temperate Latin America where the need for rice production grows.

En el CIAT se utilizan técnicas de cultivo de anteras para obtener germoplasma de arroz tolerante al frío que puede ser inmediatamente utilizado en Chile. El paso siguiente es combinarle resistencia a la piricularia y a la toxicidad de hierro para su uso en el sur de Brasil. Este material es esencial para mejorar la producción en muchas partes de América Latina templada donde crece la demanda por arroz.

At CIAT anther-cultured lines are evaluated for plant type and grain quality before being sent to Chile for evaluation for cold tolerance.

En el CIAT se evalúan líneas derivadas de cultivos de anteras por tipo de planta y calidad de grano antes de su evaluación en Chile por tolerancia al frío.

Past attempts to breed varieties with these characteristics using conventional methods have largely been unsuccessful. Crosses made at CIAT for temperate climates using cold-tolerant and acceptable grain quality material have resulted in germplasm sterility. It is also difficult to select for adaptation to temperate climates at CIAT's tropical location. National program research in southern Brazil, Chile, and Cuba experience a similar problem. Furthermore, only one generation can be grown in those locations per year. Anther culture avoids these problems.

The process

The anther culture technique of generating plants involves the removal of pollen-containing anthers from an F_1 hybrid and their placement in a special medium which causes callus tissue to form. These calluses are then transferred to another medium that stimulates the growth of the rice plantlets. The pollen microspores contain only one set of chromosomes, but during callus formation approximately 50% spontaneously double their chromosomes, producing doubled haploids. Approximately 5%-10% of the calluses can regenerate into green rice plants and only one-half of these plantlets contain the complete number of chromosomes. However, these percentages are adequate when large numbers of anthers are cultured and thousands of calluses are formed.

The principal advantage of anther culture is that it shortens the time required to obtain genetically uniform plants—a major breeding limitation in temperate regions. After anther removal from an F_1 hybrid, seeds of genetically pure material are available in seven months. To obtain this same result using conventional breeding methods would require at least four years in tropical areas with two plantings per year and from to 8 to 10 years under temperate conditions.

Progress in Chile

Germplasm that is tolerant to cold generally has poor grain quality. In 1985, CIAT's Rice

Los esfuerzos anteriores para desarrollar variedades con estas características han tenido poco éxito. Los cruces hechos en el CIAT para ecologías templadas usando materiales tolerantes al frío y con calidad de grano aceptable han resultado en su esterilidad. También hay dificultad en la selección por adaptación debido a la ubicación tropical del CIAT. Investigaciones nacionales en el sur de Brasil, en Chile, y Cuba muestran problemas similares, que se suman al hecho de poder obtener sólo una generación al año. El cultivo de anteras resuelve esos problemas.

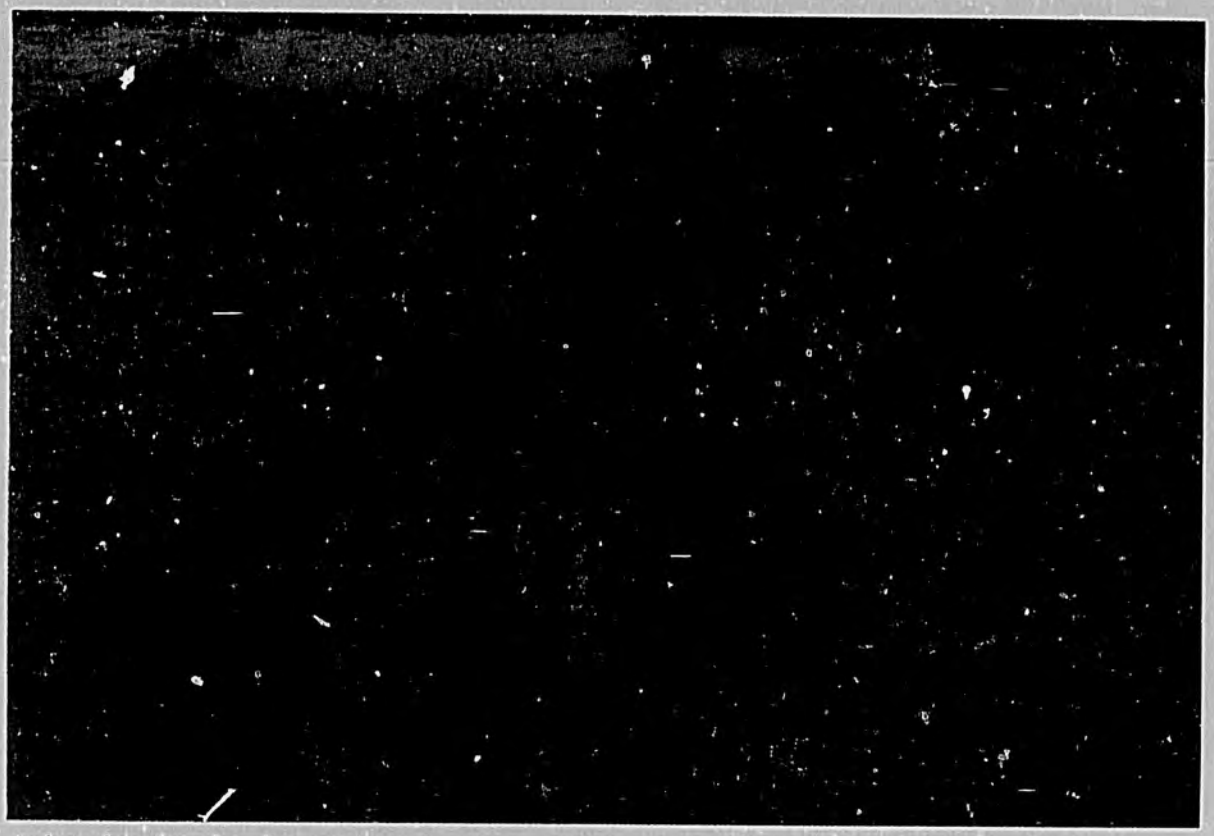
El proceso

La técnica de cultivo de anteras comprende la remoción de las anteras que contienen polen de un híbrido F_1 y su colocación en un medio especial que hace que se formen tejidos de callos. Estos son luego transferidos a otro medio que estimula el crecimiento de plántulas. Las microesporas de polen contienen un solo juego de cromosomas, pero durante la formación de callos aproximadamente un 50% de ellas doblan espontáneamente su número produciendo haploides dobles. De 5 a 10% de los callos se regeneran en plantas de arroz, y no más de la mitad de ellas contienen el número completo de cromosomas. Sin embargo, estos porcentajes son adecuados cuando se cultivan grandes cantidades de anteras y se forman miles de callos.

La principal ventaja del cultivo de anteras es que acorta el tiempo para obtener plantas genéticamente uniformes—principal limitación en el fitomejoramiento para zonas templadas. Después de remover las anteras de un híbrido F_1, se obtienen las semillas de material genéticamente puro en siete meses. Con métodos convencionales se necesitarían por lo menos cuatro años en zonas tropicales (con dos siembras al año) y 8 a 10 años en zonas templadas.

Progreso en Chile

El germoplasma tolerante al frío generalmente tiene baja calidad de grano. En 1985 el Pro-



Anther-culture derived rice lines germinating in cold water in Chile as compared to nongerminated susceptible lines (center).

Líneas de arroz derivadas de anteras en germinación en agua fría en Chile comparadas con líneas susceptibles no germinadas (al centro).

Program conducted a series of crosses to combine the cold tolerance of Chilean germplasm with U.S. germplasm having exceptional grain quality. Pollen from the F_1 generation of these crosses were processed using the anther culture method and approximately 1000 double haploids were regenerated. Seeds of the doubled haploids that had acceptable grain quality were evaluated in Chile for cold tolerance and other agronomic traits. In 1986, approximately 25 lines were selected in Chile. These will be further evaluated in regional yield trials.

Anther culture efficiency is demonstrated in that within two years after the crosses are made, the material is ready for testing in farmers' fields. This new germplasm has tremendous and immediate use, not only in Chile, but also in other temperate areas of Latin America, USA, southern Europe, and Asia.

grama de Arroz del CIAT realizó cruces para combinar la tolerancia al frío del germoplasma chileno con germoplasma estadounidense con calidad de grano excepcional. El polen de la generación F_1 de estos cruces fue procesado por cultivo de anteras y se regeneraron aproximadamente mil haploides dobles. Las semillas de éstos con calidad de grano excepcional fueron evaluadas en Chile por su tolerancia al frío y otras características agronómicas. En 1986 se seleccionaron en Chile aproximadamente 25 líneas que serán evaluadas luego en ensayos regionales de rendimiento.

La eficiencia del cultivo de anteras quedó demostrada al obtener el material listo para ensayo en los campos de los agricultores a los dos años de hacer los cruces. Este nuevo germoplasma tiene un gran uso inmediato no sólo en Chile sino también en otras áreas templadas de América Latina, Estados Unidos, Europa meridional, y Asia.

Cassava Program

Programa de Yuca

Cassava Demand Increasing

Aumenta la Demanda de Yuca

The demand for cassava as food for humans and animal feed in developing countries is expected to increase steadily. Projections for tropical Latin America, Africa, and Asia point to an upswing in consumption and industrial use as population and income grow in these areas. Studies predict cassava will figure more prominently in the economies of these areas because evolving production, processing, and marketing technologies allow the versatile crop to adapt to changing demand patterns.

Fresh cassava

For centuries cassava has been a staple in the lowland tropics of Latin America. Its production rapidly expanded once introduced to Africa where it is now the most important basic food in the tropical regions. It is also an important staple in Indonesia, Vietnam, and southern India.

About one-half of the cassava grown is eaten in fresh, unprocessed form. People living in rural areas are the largest consumers. Transporting the root to the market before deterioration has traditionally limited its consumption in urban areas. However, the urban market will become more important in the future because of a storage technique developed by CIAT which makes it possible to preserve the highly perishable roots for up to two weeks, allowing time for shipment to urban markets. Since high quality, fresh cassava is a preferred food in most urban markets of the tropical world, the demand for cassava is

La demanda de yuca para alimentación humana y animal en los países en desarrollo aumentará constantemente. Se proyectan incrementos en su consumo y uso industrial en América Latina, Africa y Asia tropical a medida que crecen la población y el ingreso en estas áreas. Según estudios, la yuca figurará cada vez más en esas economías a medida que las tecnologías de producción, procesamiento y mercadeo permitan a este versátil cultivo adaptarse a los cambiantes patrones de demanda.

Yuca fresca

Por siglos la yuca ha sido un alimento básico en los trópicos bajos de América Latina. Después de su introducción a Africa, la producción se extendió rápidamente y en la actualidad es allí uno de los alimentos básicos más importantes. También lo es en Indonesia, Vietnam, y el sur de la India.

Cerca de la mitad de la yuca cultivada se consume en forma fresca no procesada. Los habitantes de las áreas rurales son los mayores consumidores. Su consumo en zonas urbanas ha estado tradicionalmente limitado por el deterioro de la raíz mientras se lleva al mercado. Sin embargo, el mercado urbano se hará más accesible en el futuro gracias a una técnica de almacenamiento desarrollada por el CIAT que permite preservar esta raíz altamente perecedera hasta por dos semanas, tiempo suficiente para que llegue a los mercados urbanos. Se espera que la demanda de yuca fresca aumente drásticamente debido a este avance en

In southern India, rice (background) and cassava (foreground) are food staples.

En el sur de la India, el arroz (al fondo) y la yuca (al frente) son alimentos básicos.

expected to increase dramatically as a result of this development.

Animal feed

Cassava, already commonly used in onfarm feeding, could become even more widely used in compound feeds for poultry and pigs if it is dried and priced at about 85% of the price of sorghum.

Colombia, in only five years, has gone from having only one small-scale cassava drying plant to forty; Ecuador is following suit. Mexico is exploring the possibility of using either dried or ensiled cassava on a massive scale. This expanding industry is labor intensive and offers a partial solution to the urban migration problem that is so prevalent in the developing world.

Cassava flour

Wheat flour has grown in importance in the diets of people in the developing world and governments often encourage wheat consump-

su preservación, ya que la yuca fresca de alta calidad es un alimento favorito en la mayoría de los mercados urbanos del mundo tropical.

Alimento para animales

La yuca se usa actualmente en las fincas para alimento animal, y se prevé que su uso en alimentos balanceados para aves y cerdos aumentará en el futuro, si se seca y su precio no supera el 85% del precio del sorgo.

En sólo cinco años Colombia ha pasado de una pequeña planta de secado de yuca a cuarenta. Ecuador sigue sus pasos, y México está explorando la posibilidad de usar yuca seca o ensilada en forma masiva. Esta creciente industria es intensiva en mano de obra y por lo tanto ayuda a solucionar parcialmente el problema de las migraciones a las ciudades, tan común en el mundo en desarrollo.

Harina de yuca

El consumo de harina de trigo ha crecido en importancia en el mundo en desarrollo. Los

F. Orozco

South American Indians have cultivated cassava for at least 3500 years.

Los indios suramericanos han cultivado la yuca durante 3500 años.

tion by subsidizing its price. However, in recent years, with the debt crisis and the dwindling of foreign exchange reserves, many countries cannot afford to keep up with the continuously rising price of imports. These countries are looking for locally grown substitutes. Cassava is suitable because its flour can often be produced at prices that compete with wheat imports. Technology exists to produce cassava flour in standard flour mills.

Cassava starch

Much of Asian-grown cassava is turned into starch and used by the food industry. The demand for cassava starch is on the rise in countries such as Japan, Taiwan, and Indonesia. In Indonesia, starch demand has been growing at 9% per year and any surplus cassava produced is exported in its dried form to the countries of the European Economic Community. Since 1984, however, there has been a yearly cassava deficit due to a high demand for starch, and Indonesia has had to import starch from Thailand.

The trends indicate that the demand for cassava will grow and cassava technology is ready to meet the demand.

gobiernos a veces lo estimulan subsidiando el precio al consumidor. En años recientes, sin embargo, la crisis de la deuda ha hecho que los países no puedan gastar sus escasas reservas de divisas en importaciones cada vez más costosas y busquen sustitutos producidos localmente. La harina de yuca es apropiada porque puede ser producida, en muchos casos, a precios competitivos con los del trigo importado. Ya hay una tecnología para producir harina de yuca en molinos corrientes.

Almidón de yuca

Gran parte de la yuca cultivada en Asia se convierte en almidón para la industria alimentaria. Su demanda está aumentando en Japón, Taiwan e Indonesia. En este último país la demanda ha venido aumentando al 9% anual, y el superávit se exporta en forma de yuca seca al Mercado Común Europeo. Desde 1984, debido al déficit de yuca y su alta demanda, el país ha tenido que importar almidón de Tailandia.

Las tendencias indican que la demanda de yuca aumentará, y la tecnología para satisfacerla existe.

Breakthrough May Improve Cassava

Hallazgo Podría Mejorar la Yuca

Research at CIAT in the past few years on cassava physiology has led scientists to believe that photosynthetic efficiency can be increased through plant breeding, bioengineering, or a combination of both, therefore improving the potential productivity of cassava under stress conditions.

Researchers have discovered that a biochemical mechanism which enhances photosynthesis and, hence, productivity, has apparently evolved in cassava. It is associated with the capability of the leaf to recycle CO_2, used in photosynthesis, rather than to expel it into the air. It may be compared to the efficient and thorough use of fuel in an internal combustion engine or an afterburner in a jet.

Plants such as maize and amaranth possess this gas exchange feature. They are classified as C4 plants because the initial products are four-carbon acids. Then there are the C3 plants, such as beans, which fix atmospheric CO_2 in three-carbon acids but which, unlike the C4 plants, also respire substantial amounts in photorespiration.

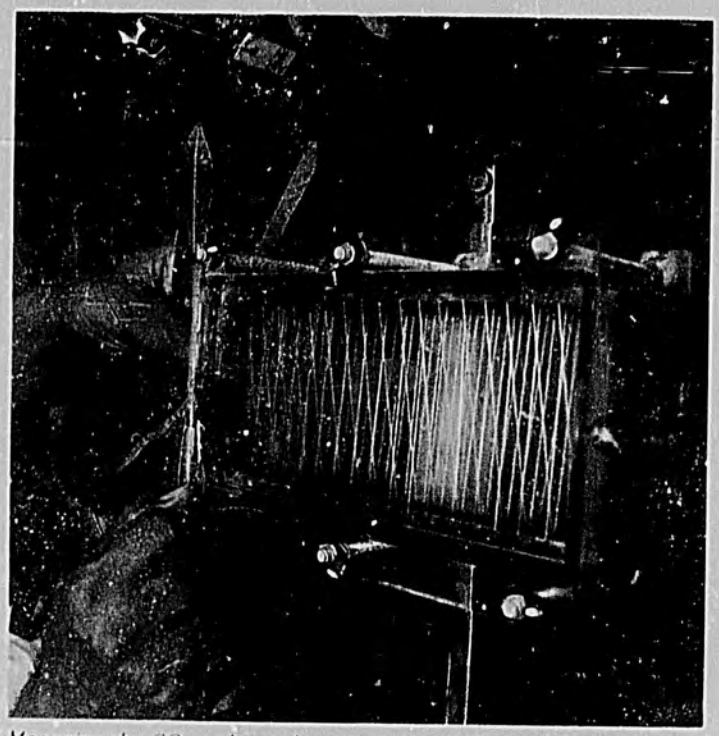
Cassava, however, appears to be intermediate—as if midway in the evolutionary process of becoming a C4 plant—an exciting discovery for researchers. If cassava has the biochemical mechanism, but only part of the anatomical apparatus, it may be possible to find anatomical variations in some related wild species which can be bred into the crop, making it more tolerant to stress and more productive.

Las investigaciones del CIAT en fisiología de la yuca hacen pensar a los científicos que su eficiencia fotosintética puede aumentar por medio del fitomejoramiento, la bioingeniería, o una combinación de ambos que ayude a mejorar el potencial productivo de la yuca en condiciones de estrés.

Los investigadores han descubierto que un mecanismo bioquímico que aumenta la fotosíntesis y, por lo tanto, la productividad, parece haber evolucionado en la yuca. Se trata de la capacidad de la hoja para reciclar el CO_2 que se usa en la fotosíntesis en lugar de expelerlo al aire. Esto se asemeja al uso más eficiente y completo del combustible en un motor de combustión interna o de propulsión a chorro.

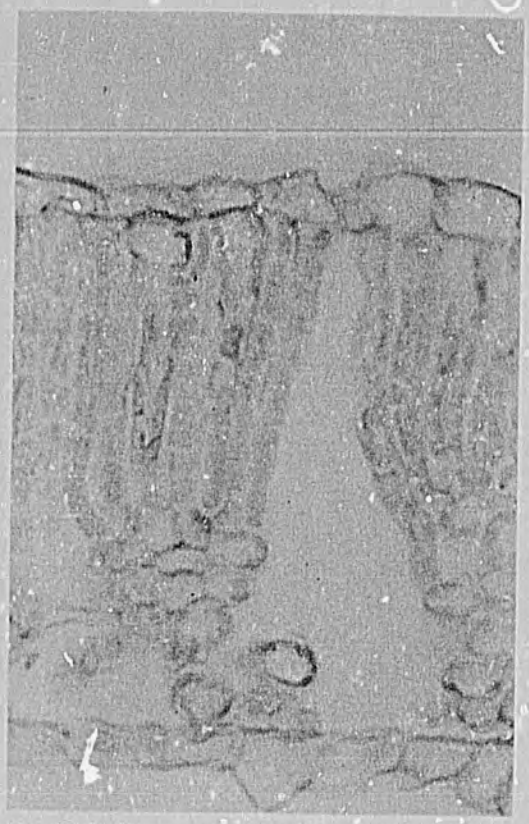
Plantas como el maíz y el amaranto tienen esta cualidad de intercambiar gases. Se las denomina plantas C4 porque sus productos iniciales son ácidos de cuatro carbonos. Las plantas C3, como el frijol, fijan el CO_2 atmosférico en ácidos de tres carbonos, y fotorrespiran en cantidades sustanciales al contrario de las plantas C4.

La yuca, sin embargo, parece estar a medio camino en el proceso de convertirse de planta C3 a planta C4, hallazgo que entusiasma a los investigadores. Si la yuca tiene el mecanismo bioquímico, pero sólo parte del aparato anatómico, puede ser posible encontrar variaciones anatómicas en algunas especies silvestres que se puedan cruzar con aquélla, para hacerla más tolerante al estrés y más productiva.



Measuring the CO_2 exchange between a cassava leaf and the surrounding air.

Medición del intercambio de CO_2 entre una hoja de yuca y el aire circundante.



Cassava leaf cross section: single palisade layer (top), chlorophyllous vascular bundle sheath (beneath).

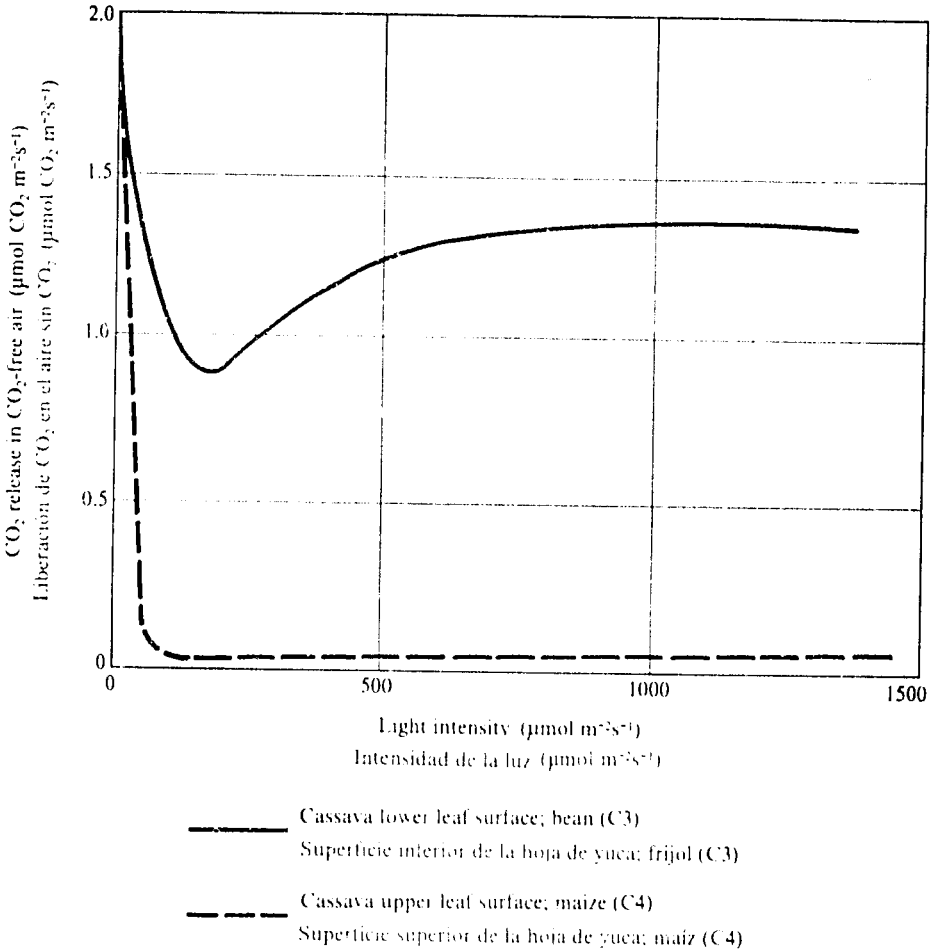
Corte de una hoja de yuca: tejido en empalizada sencillo (encima), y la vaina del haz vascular con clorofila (debajo).

The palisade layer

The C4 biochemical component has been identified in the upper or palisade layer of the cassava leaf. Scientists find that there are two types of chloroplast-containing cells in a leaf: a vascular bundle sheath, partially surrounded by a layer of mesophyll cells; and the palisade layer. By covering the stomata on the lower part of the leaf so that respiratory CO_2 was forced to diffuse through the palisade layer, the gas was completely recycled or refixed before it could escape out of the leaf. This indicated that the biochemical pathways of the upper layer were recycling the CO_2 through the plant

Tejido en empalizada

El componente bioquímico C4 ha sido identificado en la capa superior, o tejido en empalizada, de la hoja de la yuca. Los científicos saben que hay dos clases de células con cloroplastos en una hoja: la vaina del haz vascular, parcialmente rodeada de una capa de células mesófilas, y la capa en empalizada. Al cubrir los estomas de la parte inferior de la hoja de tal modo que el CO_2 respiratorio sea forzado a través del tejido en empalizada, el gas es reciclado por completo o refijado antes de que pueda escaparse de la hoja. Esto indica que las rutas bioquímicas de la capa superior estaban



Cassava gas exchange as light intensity increases.
Intercambio de gas en la yuca con creciente intensidad de la luz.

system. In fact, photosynthesis was continuing. When the upper stomata were covered and the experiment repeated, the respiratory CO_2 was freely released from the lower surface of the leaves.

The ability of cassava leaves to recycle large amounts of its respiratory CO_2 in light has significant consequences for the crop's response to a stressful environment. Cassava, as is already known, has several responses to stress that enable it to tolerate prolonged heat and drought by more efficiently using water. It closes its stomata in response to low air humidity and decreases its leaf area while continuing to accumulate excess carbohydrates in its roots. This gain in root yield is further

reciclando el CO_2 a través del sistema fisiológico de la planta. De hecho, la fotosíntesis continuaba. Cuando los estomas superiores fueron cubiertos y se repitió el experimento, el CO_2 respiratorio fue liberado de la superficie inferior de las hojas.

La capacidad de las hojas de yuca para reciclar, bajo la luz, grandes cantidades de su CO_2 respiratorio tiene consecuencias significativas para la reacción de la planta a un ambiente desfavorable. Como se sabe, la yuca posee varias reacciones al estrés que le permiten tolerar calor y sequías prolongadas usando el agua más eficientemente. La planta cierra sus estomas en respuesta a la escasa humedad del aire y disminuye su área foliar mientras continúa

enhanced by the ability of the leaves to recycle their respiratory CO_2 when their stomata are closed in response to a deficit in water. Several cassava clones were found to have the desirable biochemical pathway but without the necessary C4 anatomy (that is, 'Kranz' anatomy). It indicates that cassava may be a natural hybrid between C3 and C4 species. This encourages researchers to search for variations of anatomical characteristics among related species that can be used to breed more photosynthetically efficient cultivars.

Breeding for new leaf characteristics

To maximize yield under nonlimiting water supply, scientists believe that cassava cultivars with fewer stomata on the lower leaf surface and with more stomata on the upper leaf surface would be ideal. They expect these leaves to be less sensitive to air humidity and, thus, capable of keeping their stomata open for a longer period during the day, leading to more net CO_2 uptake. Moreover, the possible existence of a functioning C4 cycle in the palisade layer may enhance the photosynthetic capability of the leaf when more CO_2 can enter the leaf by means of more stomata on the upper surface.

The majority of the cultivars studied so far have stomata only on the lower surface of the leaves. However, a few cultivars and F_1 hybrids are found to have a significant number of stomata on the upper surface of the leaves. This suggests that breeding new varieties with the desired stomatal distribution on both leaf surfaces is possible.

acumulando excedentes de carbohidratos en sus raíces. Esta ganancia en producción de raíces se acrecienta aún más por la capacidad de las hojas para reciclar su CO_2 respiratorio cuando sus estomas se cierran ante el déficit de agua. Se han encontrado varios clones de yuca con la ruta bioquímica deseable pero sin la anatomía C4 necesaria (la anatomía 'Kranz'). Esto indica que la yuca podría ser un híbrido natural entre especies C3 y C4, y alienta la esperanza de encontrar variaciones de características anatómicas entre especies relacionadas con las cuales obtener cultivares más eficientes fotosintéticamente.

Nuevas características en las hojas

Para maximizar el rendimiento sin escasez de agua, los científicos creen que los cultivares de yuca con menos estomas en la superficie inferior de la hoja y con más estomas en la superior serían ideales. Estas hojas serían menos sensibles a la humedad del aire y, por lo tanto, capaces de mantener sus estomas abiertos por un período mayor durante el día, con más absorción neta de CO_2. Además, la posible existencia de un ciclo C4 que funcione en el tejido en empalizada puede aumentar la capacidad fotosintética de la hoja al dejarle entrar más CO_2 a través de más estomas en la superficie superior.

La mayoría de los cultivares estudiados hasta el momento tienen estomas sólo en la superficie inferior de las hojas. Se han encontrado unos cuantos cultivares e híbridos F_1 con un número significativo de estomas en la superficie superior de las hojas. Esto sugiere que es posible obtener nuevas variedades con estomas en ambos lados de la hoja.

Seed-Grown Cassava Shows Promise

Promisoria la Yuca Sembrada por Semilla

Throughout history cassava has been vegetatively propagated, that is, farmers have grown new plants from stakes or cuttings that are planted into the ground and left to root. CIAT cassava scientists believe there are advantages in growing the crop from seeds and that commercial production from seed may be a promising alternative for the future.

The advantages

Producing cassava from seed offers several advantages over the vegetative method of growing the crop. For example, in vegetatively propagated plants viruses build up over generations and can cause major yield losses. Since cassava seed are not known to transfer viruses this problem is averted.

Storing stakes for the next crop also produces problems. Most farmers have to store planting material for the next crop over time, that is, from a few weeks to several months. Dessication and loss of nutrients during storage combine to reduce germination and planting vigor, resulting in lower yields. This does not happen with cassava seed which can be stored for a year or more without such losses.

The dependence on the availability of enough stakes to increase the area sown to cassava or to introduce a new variety is another constraint on production. This could be avoided if seeds were used because their multiplication rate is higher than that of stakes. It is estimated that there could be at least a 1:100 multiplication rate for seed compared to about 1:10 for vegetative propagation.

A través de la historia la yuca ha sido propagada vegetativamente, es decir, por medio de estacas o tallos de la planta que siembran los agricultores. Los investigadores de yuca del CIAT, sin embargo, han encontrado que es ventajoso sembrar semillas botánicas y que la producción comercial resultante puede ser una alternativa promisoria.

Ventajas

La propagación de yuca por semilla supera en varias formas el método vegetativo. Con éste último los virus se acumulan por generaciones y pueden causar importantes pérdidas en el rendimiento. Puesto que las semillas de yuca no transfieren virus se soluciona este problema.

El almacenamiento de estacas para la siguiente siembra tiene sus problemas. Muchos agricultores tienen que almacenar el material de siembra de unas cuantas semanas a varios meses. Durante ellos la desecación y la pérdida de nutrimentos se combinan para reducir la germinación y el vigor de la planta, y por tanto su rendimiento. La semilla de yuca, en cambio, puede ser almacenada por un año o más sin tales pérdidas.

Otro problema para la producción es tener que depender de la disponibilidad de estacas para aumentar el área cultivada en yuca o introducir una nueva variedad. Esto podría evitarse usando semillas porque su tasa de multiplicación es mayor que la de las estacas. Se estima una tasa de multiplicación de 1:100 para las semillas comparada con 1:10 para la propagación vegetativa.

Seed-grown cassava has potential to make a great impact on tropical food production.

La yuca cultivada por semilla podría tener gran impacto en la producción de alimentos en el trópico.

Seed are less costly to transport than stakes and they make management of the planting process easier.

Developing appropriate technology

However, commercial production from seed cannot begin immediately because both knowledge and technology need refining. There are problems in the areas of genetics and management. There is optimism that many of the genetic problems can be eventually solved. The management-related problems are, on the whole, similar to those of other seed crops.

The biggest question relates to the potential productivity of seed-derived plants. Stakes produce plants with higher initial vigor because of the larger carbohydrate reserves they contain. Research at CIAT has shown that the production of seed-derived plants can equal that of stake-derived plants under favorable conditions. A recent study shows that there is

Otras ventajas del uso de semillas son su costo de transporte menor que el de las estacas y mayor facilidad de siembra.

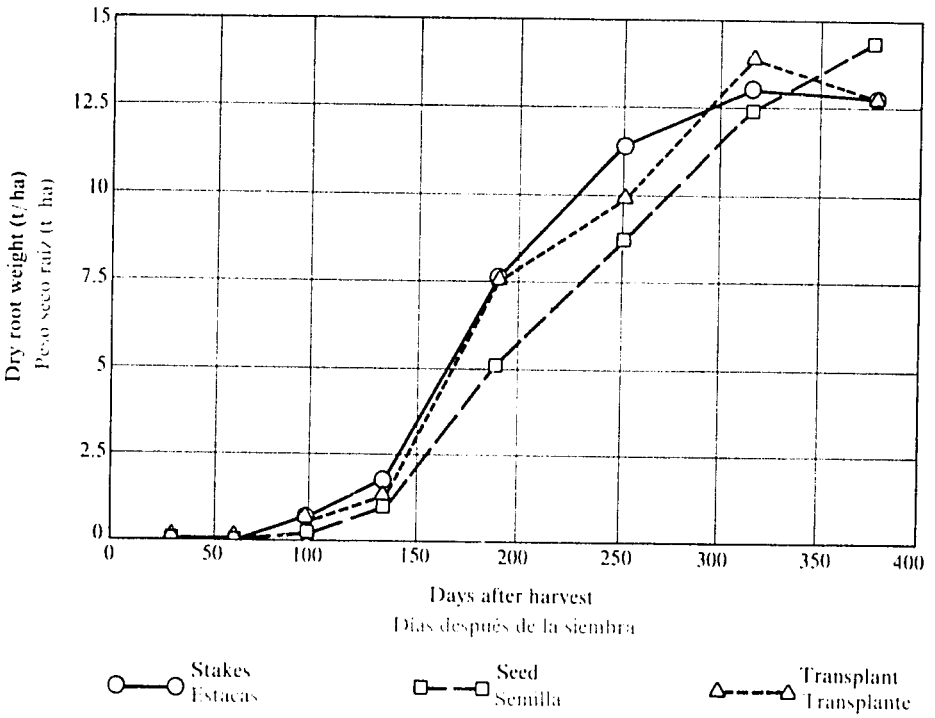
Tecnología apropiada

La producción con semilla no puede iniciarse todavía porque tanto la tecnología como los conocimientos necesitan refinamiento. Hay problemas genéticos y de manejo. Sin embargo, se cree que muchos de los problemas genéticos pueden ser resueltos. En cuanto a los de manejo, en general no difieren de los de otros cultivos por semilla.

El mayor interrogante es la productividad potencial de las plantas derivadas de semillas. Las estacas, por su mayor reserva de carbohidratos, producen plantas más vigorosas inicialmente. Las investigaciones del CIAT han demostrado que las plantas derivadas de semillas, en condiciones favorables, pueden igualar la producción de las derivadas de estacas. Un

Cassava seed, unlike stakes, can be stored without damage for a year or more and are free of viruses.

La semilla de yuca, contrariamente a las estacas, puede conservarse sana y sin virus por uno o más años.



Comparison of dry root yields over time for three methods of cassava propagation.
Comparación de rendimientos de yuca seca con tres métodos de propagación.

potential for achieving even higher yields with seed by using higher plant densities.

Scientists, therefore, expect that, in the future, farmers can look forward to using a combination of vegetative and seed propagation to obtain the best advantages of both methods.

estudio reciente muestra rendimientos potenciales aún más altos con la semilla al usar mayores densidades de siembra.

Estos factores podrían animar a los agricultores a usar tanto semillas como estacas para sacar provecho de ambos métodos.

Biological Control Halts Cassava Hornworm

Control Biológico al Gusano Cachón de la Yuca

The cassava hornworm is a major cassava pest in southern Brazil causing losses as high as 50% of the crop. The chief means of control has been insecticides, but this is costly, especially for the country's small farmers. Scientists now believe that the pest can be controlled by efficiently using natural enemies of the hornworm in an integrated pest control program. A new method of biological control, using a virus found in the hornworm's larvae, may totally replace chemical methods. The practice is producing excellent results in hornworm-infested areas of Brazil. The virus, when applied to the crop, kills 90%-100% of the hornworms.

The hornworm virus, *Baculovirus erinnyis*, naturally infests cassava hornworm larvae in Brazil, especially in the Santa Catarina area. Treatment against the hornworm initially entailed collecting its infected hornworm larvae, liquefying them in a blender, then combining the homogeneous mixture with water, and spraying it on the cassava crop. Recently, researchers have found that infected larvae can also be frozen and stored for a period of time. Furthemore, they can be put through a process of liquefication, separation, filtration, centrifugation, and vacuum-drying, and turned into powder.

The preliminary work on this means of control was done by a Brazilian entomologist, Aurea Tereza Schmitt, from EMPASC (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina), who was trained in handling baculovirus at the Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) in Colombia. Returning

El gusano cachón de la yuca es una plaga importante en el sur de Brasil, donde causa pérdidas hasta del 50% de la producción. Sus principales medios de control han sido los insecticidas, que son costosos, especialmente para los pequeños agricultores. La plaga, sin embargo, puede ser combatida con los enemigos naturales del gusano integrándolos a un programa de control. El nuevo método usa un virus que se encuentra en las larvas del gusano y puede remplazar totalmente los métodos químicos. Con él se están produciendo resultados excelentes en regiones infestadas de Brasil. Una vez aplicado al cultivo, el virus mata 90 a 100% de los gusanos.

El virus *Baculovirus erinnyis* infesta naturalmente las larvas del gusano cachón en Brasil, especialmente en Santa Catarina. Inicialmente se recolectaban larvas infectadas del gusano, se licuaban y mezclaban con agua en forma homogénea para ser asperjadas luego en el cultivo de yuca. Recientemente, se ha encontrado que las larvas infectadas también pueden ser congeladas y almacenadas por un tiempo. Además pueden ser licuadas, separadas, filtradas, centrifugadas, y secadas al vacío para convertirlas en polvo.

El trabajo preliminar lo hizo una entomóloga brasileña, Aurea Tereza Schmitt, de EMPASC (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina), quien se capacitó en el manejo del virus en el CIAT. A su regreso, ella refinó el proceso, el cual se usa ahora ampliamente en áreas afectadas por el gusano. Ella también desarrolló una forma de congelar el

The virus first affects the hornworm's capacity to cling to the plant.

El virus afecta primero la capacidad del gusano cachón para sostenerse en la planta.

A dead hornworm displaying the effects of the virus' attack.

Efectos del ataque del virus en un gusano cachón muerto.

to Brazil, she refined the process which is now in widespread use in areas where the hornworm is a problem. She also developed a way to freeze a liquid extract of the infected larvae for storage.

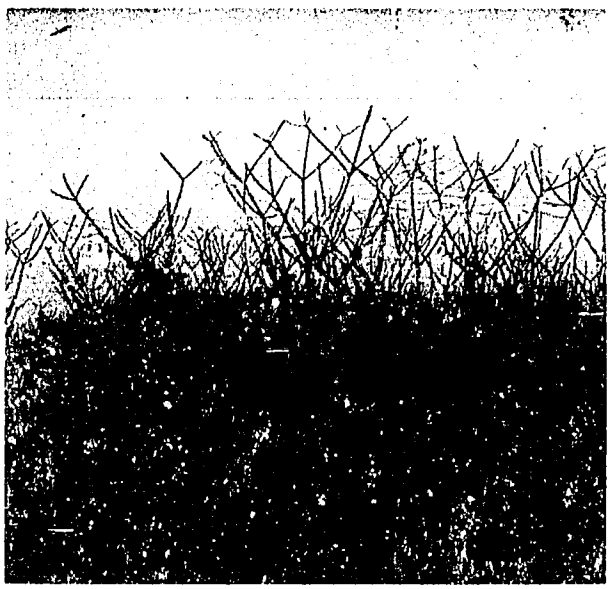
In 1986, a field experiment was conducted in Colombia to evaluate three forms of virus preparations: two-year-old powdered virus, infected hornworm larvae frozen for four years, and recently collected infected hornworms.

Researchers found that the recently collected infected larvae were best for hornworm control. There was 100% mortality within 7 days after application. The virus from 4-year frozen hornworm larvae produced 67% mortality, which indicates that the virus can be stored in infected hornworms for a considerable period.

extracto líquido de las larvas para su almacenamiento.

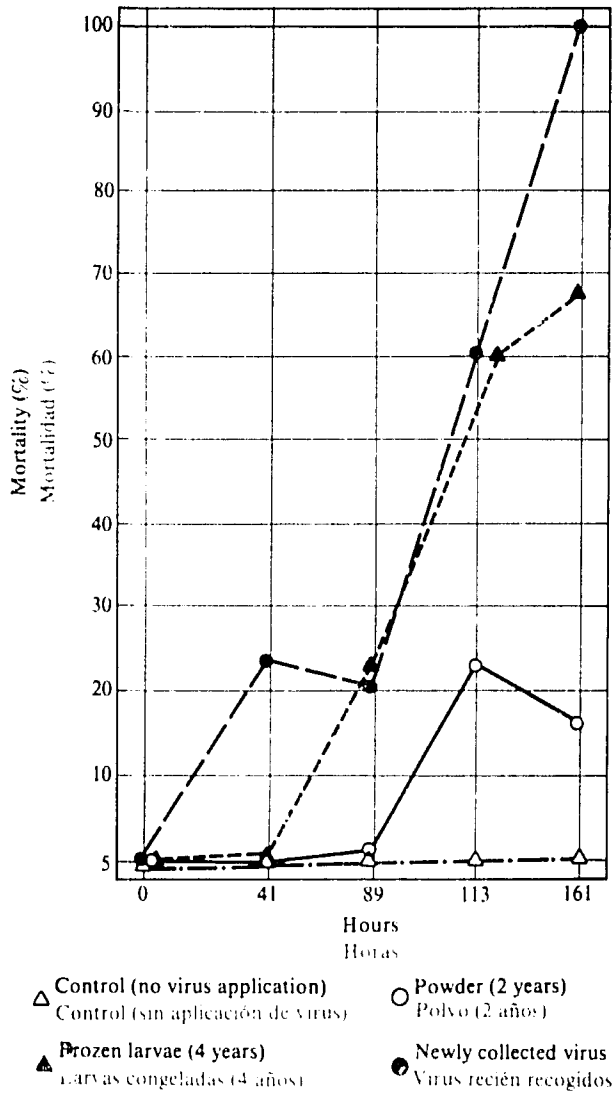
En 1986 se llevó a cabo un experimento de campo en Colombia para evaluar tres formas de preparación de virus: virus pulverizado desde hacía dos años, larvas de gusano infectadas congeladas durante cuatro años, y larvas infectadas recién recolectadas.

Los investigadores encontraron que las larvas infectadas recién recogidas controlaron mejor el gusano cachón, con una mortalidad del 100% a los 7 días de aplicadas. Los virus de larvas congeladas por cuatro años produjeron una mortalidad del 67%, lo cual indica que aquellos pueden ser almacenados por un período considerable. La forma pulverizada del virus sólo resultó en una mortalidad del 20%, posiblemente por baja concentración.



Results of hornworm attack: more than two million ha of Brazilian cassava are at risk.

Con el ataque del gusano cachón, más de dos millones de ha de yuca en Brasil están amenazadas.



Mortality of Erinnyis ello *larvae due to* Baculovirus erinnyis *stored under two methods and compared to newly collected virus.*

Mortalidad de larvas de Erinnyis ello *debida al* Baculovirus erinnyis *almacenado en dos formas en comparación con virus recién recolectados.*

The powdered form of the virus resulted only in a 20% mortality which possibly was due to the low concentration used.

Frozen virus is now available on a semi-commercial basis in Brazil. The method of use has been described in pamphlets, newspapers, and audiotutorial units, and has been broadcast on TV and radio programs in some areas of Brazil. Farmers are shown how to collect, prepare, store, and apply the infected hornworm larvae. Today the hornworm virus is being used effectively in many areas of Brazil as a safe and cost-efficient means of pest control.

Ya se pueden obtener semicomercialmente virus congelados en diversas partes de Brasil, donde su uso ha sido descrito en folletos, diarios, unidades audiotutoriales y programas de radio y televisión. Los agricultores están recibiendo instrucción sobre la forma de recoger, preparar, almacenar y aplicar las larvas infectadas. El virus del gusano cachón es ahora un método seguro y económico para controlar la plaga.

Thai-CIAT Cassava Collaboration Grows

Crece Colaboración CIAT-Tailandia en Yuca

Thailand's Field Crop Research Institute (FCRI), Rayong, has developed a comprehensive varietal improvement program which uses massive amounts of CIAT germplasm in its evaluation program. In fact, CIAT-introduced germplasm, sometimes combined with Thai clones, now makes up the mainstream of the cassava breeding material used in the country.

Collaboration with the Thai national agricultural research program began in 1975 with the introduction of CIAT seed. Crosses from this seed ultimately resulted in the release by Thailand of Rayong 3 in 1983. The cultivar is proving to be very popular with farmers and starch manufacturers because of its high starch content. Today there are an estimated 500-1000 ha planted in Rayong 3, its spread being limited only by the rate of increase of planting material.

Supporting national research

The cassava economy is based largely on the cultivar Rayong 1 which is superbly adapted to local conditions. Developed at the FCRI, now virtually all of Thailand's 1.2 million ha planted in cassava are from this single clone.

There is a growing concern that genetic variability needs to be broadened in cassava. CIAT is working with Thai researchers to breed new varieties using CIAT-introduced germplasm in the breeding and evaluation program. Farmers, in particular, are keen on acquiring new high-yield varieties with high starch content.

El Instituto de Investigación de Cultivos de Campo (IICC) en Tailandia utiliza grandes cantidades de germoplasma del CIAT en su amplio programa de fitomejoramiento. Este germoplasma, a veces cruzado con el de Tailandia, es de hecho la principal fuente de material de fitomejoramiento usada en el país.

La colaboración con el programa nacional tailandés empezó en 1975 con la introducción de materiales del CIAT, cuyos cruces resultaron en la liberación de Rayong 3 en Tailandia en 1983. El cultivar se ha vuelto popular entre los agricultores y ralladores por su alto contenido de almidón. Actualmente hay aproximadamente 500 a 1000 ha sembradas de Rayong 3 cuya difusión sólo está limitada por la disponibilidad de material de siembra.

Apoyo a la investigación nacional

La economía de la yuca gira alrededor del cultivar Rayong 1, muy bien adaptado a las condiciones locales. Desarrollado por el IICC, ocupa casi todos los 1.2 millones de ha de yuca en Tailandia.

Hay creciente preocupación por ampliar la varibilidad genética de la yuca. Con tal fin CIAT está trabajando con investigadores tailandeses en la producción y evaluación de nuevas variedades de alto rendimiento y contenido de almidón que los agricultores están ansiosos por adquirir.

La yuca casi no se utiliza para consumo humano en Tailandia. La mayor parte se convierte en almidón localmente, o se pica, seca y

Rayong 3, which has high starch content, is increasingly popular in Thailand.

La variedad Rayong 3 se está haciendo muy popular en Tailandia por su alto contenido de almidón.

Little cassava is used for human consumption in Thailand. Most is converted into starch locally or chipped, dried, pelleted, and exported to Europe as livestock feed. Competition in the market requires that the Thai cassava industry keep itself competitive. Increased production efficiency due to higher yields and greater processing efficiency based on high root dry matter content will lead to greater competitiveness for cassava products. Higher yield per unit area, it is believed, may stimulate a shift in cassava production away from less fertile, erosion-prone sloping areas. Plots average about 3 ha in size.

CIAT is contributing to this national effort, primarily by supplying many of the breeding materials used by the FCRI. CIAT is also a major supplier of training and scientific know-how to the Institute. The Center has stationed a breeder and an agronomist in Thailand as part of CIAT's support in the development of cassava production in the region. The agronomist will work with national scientists on erosion control and fertility maintenance, two major agronomic problems throughout Southeast Asia.

peletiza para su exportación a Europa como alimento de ganado. Las condiciones del mercado hacen que la industria tailandesa deba mantenerse competitiva mediante mayor eficiencia de producción. Esta se logra con mas altos rendimientos y mayores contenidos de materia seca de la raíz para mejor elaboración. Se cree que los mayores rendimientos por unidad de área desestimularán la producción de yuca en tierras de ladera, menos fértiles, y propensas a la erosión. El tamaño en promedio de las parcelas es de 3 ha.

El CIAT contribuye a este esfuerzo nacional, principalmente con el aporte al IICC de gran parte de los materiales de fitomejoramiento. También es fuente importante de capacitación y conocimientos científicos para el instituto. El Centro tiene un fitomejorador de tiempo completo en Rayong, y recientemente destacó allí mismo un agrónomo para trabajar con científicos nacionales en el control de erosión y mantenimiento de la fertilidad, dos problemas agronómicos fundamentales en el sudeste asiático.

CIAT Program

Programa de Frijol

Impact of Bean Research Spreads

Crece el Impacto de la Investigación en Frijol

Beans (*Phaseolus vulgaris*) are a principal food crop for small farmers in many countries of tropical America and Africa. Growing beans is a major means of support for an estimated five million people on these continents. For many more beans are an important part of their cropping systems and diet. Because of their low price, beans play an especially critical role in the nutrition of the poor. In parts of eastern and central Africa, per capita yearly consumption reaches as high as 50 kg—the highest in the world—and, in some cases, beans provide as much as one-third of total protein intake.

Problems of bean production

Bean production in the tropics is mainly concentrated in Latin America (the center of the crop's origin) where more than four million tons are grown annually. Nearly two million tons are produced each year in Africa.

Because small farmers in these two areas of the world grow beans with low levels of inputs, subjected to considerable disease and drought stress, and on poor hillside soils, yields average only around 500 kg/ha. However, the potential yields of currently used commercial varieties in Latin America or Africa range from 2 to 3 t/ha.

Diseases are prevalent wherever beans are grown and constitute one of the principal reasons of why actual yields are so low. In addition to diseases, insects play an important role in yield reduction.

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es un cultivo alimenticio básico para los pequeños agricultores en muchos países de América y Africa tropical, donde es una forma importante de subsistencia para unos cinco millones de personas; para muchos más es una parte importante de su sistema de cultivo y de su dieta. Por su bajo precio, el frijol juega un papel crítico en la nutrición de los pobres. En partes de Africa oriental y central el consumo per capita alcanza los 50 kg/año—el más alto del mundo, y en algunos casos los frijoles proporcionan hasta una tercera parte del total de proteína.

Problemas de producción del frijol

La producción de frijol en los trópicos está concentrada principalmente en América Latina, de donde es originario y donde se cultivan más de cuatro millones de toneladas al año. Africa produce cerca de dos millones.

Puesto que los pequeños agricultores en estas dos áreas del mundo cultivan frijoles en suelos pobres, con bajos niveles de insumos y fuerte presión de enfermedades y sequías, el promedio de rendimientos es sólo de unos 500 kg/ha. Sin embargo, los rendimientos potenciales de las variedades comerciales en uso en América Latina o Africa alcanzan de 2 a 3 t/ha.

Las enfermedades, presentes dondequiera que hay frijol, son una de las principales causas de rendimientos reales tan bajos. Fuera de éllas los insectos contribuyen también a reducirlos.

Farmers in Nariño, Colombia, inspect a new bean variety at field day.

Agricultores en Nariño, Colombia, inspeccionan nueva variedad de frijol en un día de campo.

Surveying farmer bean cultivation in Chota, Peru.

Encuesta sobre cultivo de frijol entre agricultores de Chota, Perú.

Bean Program strategies

The Bean Program genetically improves bean germplasm so it can tolerate or resist disease (see "Bean Landraces Gain Virus Resistance," p. 44), insect, and drought stresses. Emphasis is placed on plant improvement rather than on the use of purchased inputs such as fertilizers, pesticides, and disease-control chemicals. This research is complemented by the development of agronomic practices that increase the yield of improved cultivars.

Training is an important part of the technology development process. Training strengthens the capacity of national institutions to carry out their own research programs. CIAT helps provide training materials, documentation, and access to literature (see "The Role of Communications," p. 5).

Estrategias del Programa de Frijol

El Programa de Frijol mejora genéticamente el germoplasma para que pueda tolerar o resistir enfermedades (ver "Razas Nativas de Frijol con Resistencia a Virus", pág. 44), insectos y sequías, con poco uso de insumos comprados como fertilizantes, plaguicidas y drogas, y mediante prácticas agronómicas que aumenten el rendimiento de los cultivares mejorados.

La capacitación — parte importante del proceso de desarrollo de tecnología — refuerza la capacidad investigativa de las instituciones nacionales para la realización de sus propios programas. Este esfuerzo es complementado por el CIAT con materiales de capacitación, documentación, y literatura (ver "El Papel de la Comunicación", pág. 5).

Program achievements

Over the years, the Bean Program has supported national programs in the development and release of over 100 new varieties. These were released mostly because of their superior disease resistance, but such factors as upright plant architecture, yield, and earliness, have also played a role.

Surveys of over 1200 bean farmers have been conducted to measure the adoption and impact of new varieties in Argentina, Costa Rica, Guatemala, and Nicaragua. These surveys indicate that the benefits of new varieties began to accrue in 1979. However, in some countries, the unavailability of seed has hindered adoption, which has been especially problematic for small farmers (see "Artesanal Seed Sector Developing," p. 49).

In 1986, an estimated 154,000 ha were sown in new bean varieties derived from CIAT germplasm, leading to an increased output of 49,000 tons over what could have been produced with traditional varieties. The value of this additional output was estimated at US$24.7 million. This is nearly four times CIAT's 1986 expenditures for bean research.

Logros del Programa

A través de los años, el Programa de Frijol ha apoyado a los programas nacionales en el desarrollo de más de 100 variedades, que fueron liberadas principalmente por su superior resistencia a las enfermedades y por factores como arquitectura erecta, rendimiento y precocidad.

Se han hecho entrevistas con más de 1200 cultivadores de frijol para medir la adopción y el impacto de las nuevas variedades en Argentina, Costa Rica, Guatemala y Nicaragua. Las entrevistas indican que los beneficios de las nuevas variedades empezaron a hacerse presentes desde 1979. Sin embargo, en algunos países, la falta de semilla ha afectado la adopción, especialmente entre los agricultores más pequeños (ver "Prospera el Sector Artesanal de Semillas", pág. 49).

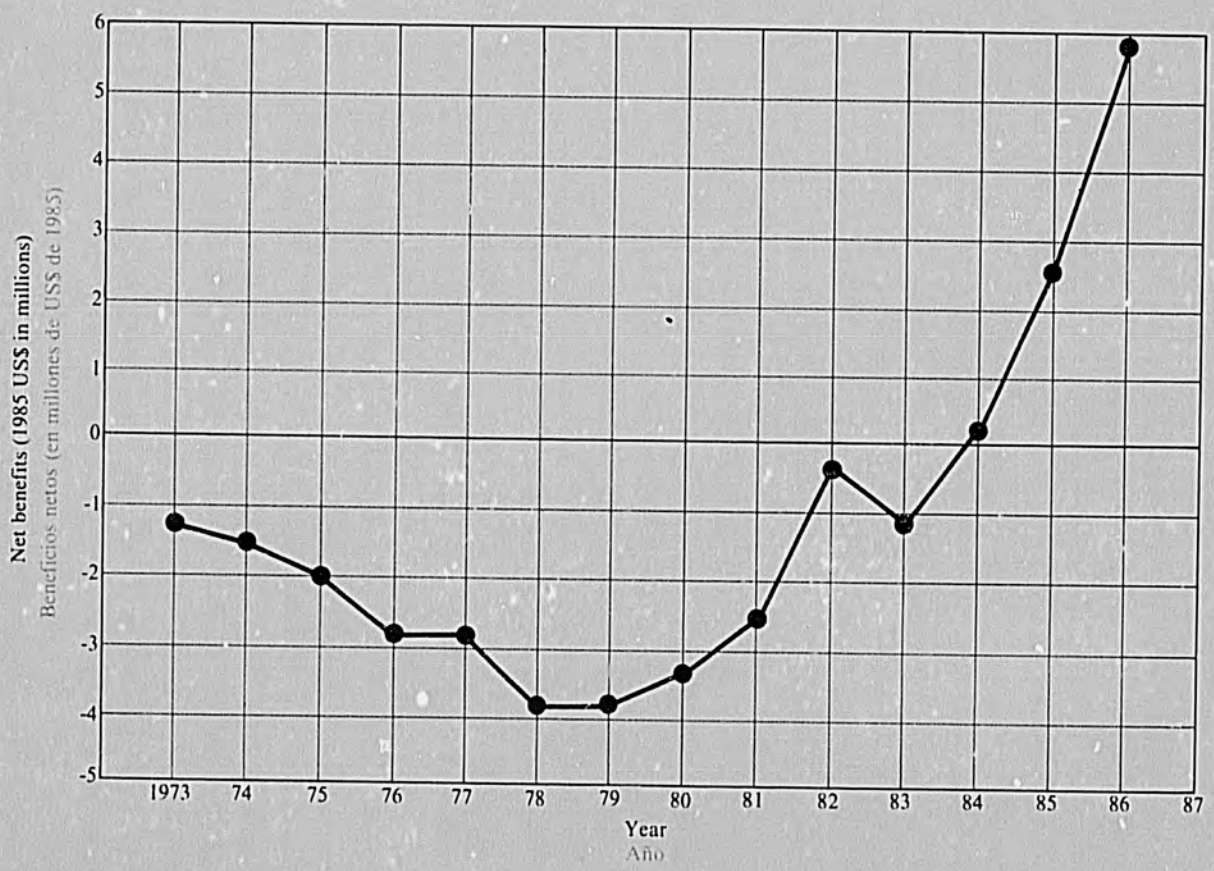
En 1986 se sembraron unas 154,000 ha con nuevas variedades de frijol derivadas de germoplasma del CIAT, para una producción de 49,000 t más de lo que hubieran producido las variedades tradicionales. El valor de esta producción adicional se estima en US$ 24.7 millones—casi cuatro veces el costo para el CIAT de su investigación en frijol en 1986.

Seed production of new varieties in Costa Rica.

Producción de semilla de nuevas variedades en Costa Rica.

National program contributions are a vital part of the successful adoption of new bean varieties. The figure shows the results of arbitrarily assigning to CIAT and national programs an equal share of the gross benefits derived from improved bean varieties. Net benefits are then calculated as CIAT's share of gross benefits minus the full cost of CIAT bean research. Since 1983, there has been a period of substantially increasing net benefits, reaching US$5.9 million in 1986. And, adoption has occurred on a large scale in countries where the economic impact has not yet been measured.

La contribución de los programas nacionales ha sido vital en el éxito de las nuevas variedades. La figura muestra los resultados de asignar arbitrariamente a los programas nacionales y al CIAT partes iguales de los beneficios brutos derivados de las variedades mejoradas. Los beneficios netos corresponden a la porción de beneficios brutos asignados al CIAT menos el costo total de su investigación en frijol. Desde 1983 los beneficios netos, que alcanzan $ 5.9 millones en 1986, han crecido sustancialmente, y ha ocurrido además una gran adopción en otros países donde su impacto económico no se ha medido todavía.



Net benefits of Bean Program.
Beneficios netos correspondientes al Programa de Frijol.

Bean Landraces Gain Virus Resistance

Razas Nativas de Frijol con Resistencia a Virus

CIAT is using backcrossing to incorporate into landraces resistance to the bean common mosaic virus (BCMV). The virus is the principal constraint to growing many bean landraces in Latin America and Africa because there is no way to chemically control the disease.

Backcrossing involves repeatedly crossing a hybrid plant back to one of its parents. The procedure works on the principle that one or more genes can be readily transferred to a susceptible parent by repeatedly selecting and crossing the hybrid with a resistance source to the landrace. The procedure can incorporate a desirable genetic characteristic into a variety or landrace without changing its genetic makeup except for that character.

Bean Program scientists are also successfully using the process to produce plants that are more resistant to anthracnose and halo blight or which have other desirable traits such as the ability to form nodules early in the growth cycle.

The technique is being used to develop resistance to 'black root' a systemic disease of beans caused by necrotic strains of BCMV. The black-root-causing strains predominantly attack plants that are mosaic-resistant. Since the seed-borne virus is a threat to bean crops in Africa, scientists are using the technique to produce resistant lines for that important bean-growing region. Well over 100 landraces are now being improved.

The fact that most mosaic-resistant germplasm is susceptible to black root is of special

El CIAT utiliza el retrocruzamiento para dar a las razas nativas resistencia al virus del mosaico común del frijol (VMCF). Este es el principal problema para muchas razas nativas de frijol en América Latina y Africa porque no hay modo de controlar la enfermedad químicamente.

El retrocruzamiento involucra cruzamientos repetidos de un híbrido con uno de sus padres. Aplica el principio de que uno o más genes se pueden transferir a un padre susceptible mediante selección repetida y cruzamiento del híbrido que posee la fuente de resistencia con la raza nativa. El procedimiento puede incorporar una característica genética deseable a una variedad o raza nativa sin cambiar el resto de su conformación genética.

Los científicos del Programa de Frijol también están usando con éxito el proceso para producir plantas más resistentes a la antracnosis y al añublo de halo o con otros rasgos deseables tales como la capacidad de formar nódulos a comienzos del crecimiento.

Se está usando la técnica para obtener resistencia a la 'raíz negra' una enfermedad sistémica causada por cepas necróticas del VMCF. Tales cepas atacan principalmente plantas resistentes al mosaico. Puesto que el virus transmitido por semilla es una amenaza para el frijol en Africa, los científicos están usando la técnica para producir líneas resistentes para esa importante región frijolera. Actualmente se están mejorando más de 100 razas nativas.

El hecho de que la mayoría del germoplasma resistente al mosaico es susceptible a la raíz

Susceptible (left) and resistant varieties to the bean common mosaic virus.

Variedades susceptibles (izq.) y resistentes al virus del mosaico común del frijol.

Black root disease induced by necrotic strains of the bean common mosaic virus.

Raíz negra inducida por cepas necróticas del virus del mosaico común.

concern to scientists because of the widespread incidence of these necrotic BCMV strains in eastern and southern Africa. This has lead to the establishment of an international nursery at CIAT which includes newly developed resistant sources having different combinations of resistance genes. This nursery, with its valuable collection of potencial parents for national breeding programs, is enabling researchers to learn more about BCMV strain distribution in the world and the relationship between field and greenhouse evaluations.

negra preocupa a los científicos por la amplia incidencia de las cepas necróticas de VMCF en el oriente y sur de Africa. De ahí el establecimiento de un vivero internacional en el CIAT que incluye nuevas fuentes de resistencia, con diferentes combinaciones de genes resistentes. Esta valiosa colección de progenitores potenciales para programas nacionales de mejoramiento permite a los investigadores aprender más acerca de la distribución de cepas de VMCF en el mundo y la relación entre evaluaciones de campo y de invernadero.

Related Species Improves the Common Bean

Especie Emparentada Mejora el Frijol

While CIAT's primary gene pool of *Phaseolus vulgaris* contains considerable genetic variability, a great deal of additional variability is found in related species such as *Phaseolus coccineus*. Using the collection of *P. coccineus* maintained in the Center's Genetic Resources Unit, breeders are modifying the architecture and incorporating resistance to diseases and insects into *Phaseolus vulgaris*.

Benefits for farmers

Phaseolus coccineus is offering interesting breeding possibilities. For example, breeders find that many accessions are resistant to *Ascochyta*, a fungus that damages beans in the highlands of Latin America and East Africa. Also, the majority of the *P. coccineus* beans tested so far show few symptoms of anthracnose, angular leaf spot, rust, and bean-fly damage. Scientists are using the most resistant materials and crossing them with *P. vulgaris*. The new combinations are opening up exciting new possibilities for developing tolerant common bean cultivars that can benefit small-scale farmers throughout the world.

Interspecific work

Research on *P. coccineus* began in 1977 through a collaborative project with the Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat, Gembloux, Belgium. Interspecific hybridization is done in Belgium and is aimed at introducing resistance to diseases and pests

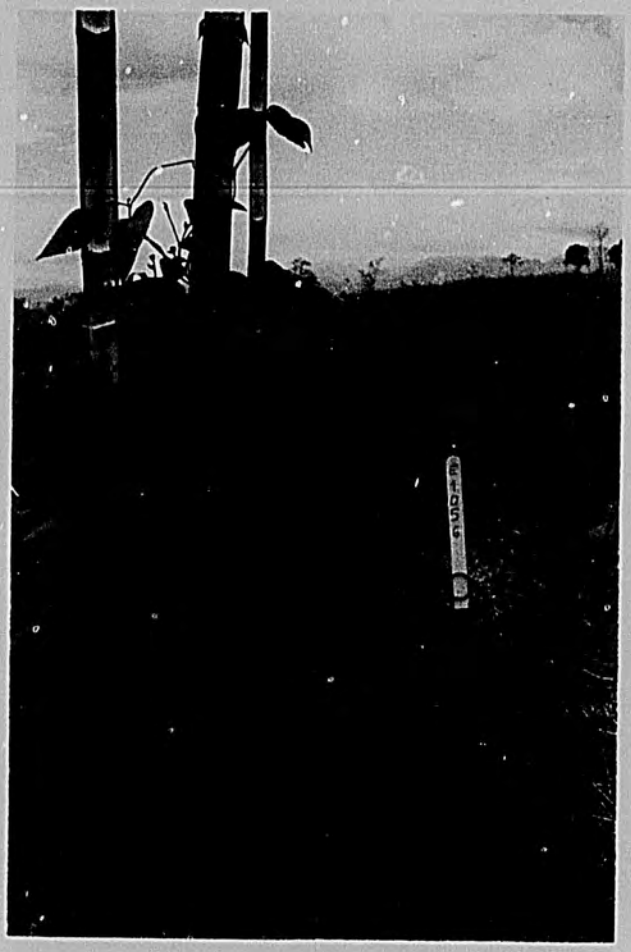
La colección de frijol *Phaseolus vulgaris* del CIAT contiene considerable variabilidad genética, y una cantidad adicional de variabilidad se encuentra en especies emparentadas como el *Phaseolus coccineus*. Utilizando principalmente la colección de *P. coccineus* en la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT, los fitomejoradores están modificando la arquitectura e incorporando al *P. vulgaris* resistencia a enfermedades y plagas.

Beneficios para los agricultores

Phaseolus coccineus ofrece interesantes posibilidades a los fitomejoradores. Por ejemplo, muchas accesiones son resistentes al hongo *Ascochyta*, que afecta el frijol en las tierras altas de América Latina y Africa Oriental, y la mayoría de los *P. coccineus* ensayados hasta el momento muestran pocos síntomas de antracnosis, mancha angular, roya y mosca del frijol. Los científicos cruzan el material más resistente con el *P. vulgaris*. Los nuevos cruces están abriendo interesantes posibilidades de encontrar cultivares tolerantes de frijol común que beneficien a los pequeños agricultores en todo el mundo.

Trabajo interespecífico

Las investigaciones empezaron en 1977 por medio de un proyecto de colaboración con la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat en Gembloux, Bélgica. Las hibridaciones interespecíficas se hacen en Bélgica para introducir



Damage in a Phaseolus vulgaris *plant affected by the* Ascochyta fungus.

Daño en la planta de Phaseolus vulgaris *por efecto del hongo* Ascochyta.

into the common bean as well as trying to improve plant architecture. The F_1 seeds of the crosses are sent to CIAT for multiplication. Selection begins with the F_2 progeny. For *Ascochyta* blight, selection is done at Popayan (alt. 1500 m) and Rionegro (alt. 2100 m), Colombia. Evaluation for bean fly damage takes place at the Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC), Taiwan. Resistant plants are identified and harvested seeds are returned to CIAT for a second multiplication and evaluation for seed set. Several cycles of crossing and selection are done in order to fix the resistance in *P. vulgaris*.

resistencia a enfermedades y plagas en *P. vulgaris* y mejorar su arquitectura. Las semillas F_1 son enviadas al CIAT para su multiplicación. La selección empieza con la progenie F_2. La selección por *Ascochyta* se lleva a cabo en Popayán (alt. 1500 m) y Rionegro (alt. 2100 m), Colombia. La evaluación por mosca del frijol se hace en el Centro Asiático de Investigación y Desarrollo de Hortalizas, Taiwan, donde se identifican las plantas resistentes y se cosechan semillas que son devueltas al CIAT para una segunda multiplicación y evaluación de la formación de semilla. Varios ciclos de cruzamiento y selección posterior fijan la resistencia.

Interspecific cross between P. vulgaris *and* P. coccineus *with resistance to* Ascochyta *incorporated.*

Cruce interespecífico entre P. vulgaris *y* P. coccineus *con incorporación de resistencia a* Ascochyta.

International Bean Yield and Adaptation Nursery

The *P. coccineus* collection consists of 1570 accessions, 61 of which are wild forms. Most of the accessions for which the origin is known come from Mexico and Guatemala. CIAT is multiplying and evaluating the collection for agronomic and morphological characters. This information will be cataloged.

The best lines are being selected and included in an international *P. coccineus* yield trial established to promote the production of the species. The trial evaluates yield under various environmental conditions and compares promising accessions with the best local bean varieties. These trials are demonstrating the value of using the species directly, not merely as a source of interesting characteristics, but also for the improvement of the common bean.

Vivero Internacional de Rendimiento y Adaptación

La colección de *P. coccineus* consiste de 1570 accesiones, de las cuales 61 son silvestres. La mayoría de las accesiones cuyo origen se conoce provienen de México y Guatemala.

CIAT está multiplicando y evaluando caracteres agronómicos y morfológicos de la colección y está catalogando la información.

Las mejores líneas de *P. coccineus* se están seleccionando e incluyendo en un ensayo internacional de rendimiento para promover la producción de la especie. Los ensayos evalúan el rendimiento en varias condiciones ambientales, y comparan las accesiones promisorias con las mejores variedades locales. Los ensayos demuestran que la especie no sólo es fuente de características para mejorar el frijol común sino que puede utilizarse directamente.

Artesanal Seed Sector Developing

Prospera el Sector Artesanal de Semillas

CIAT's Bean Program and national programs, through a collaborative network, have developed many superior varieties of beans—a hundred or more of which have been released by the national programs. Even so, getting the seed of these improved varieties of plants into the hands of small farmers has proven to be a weak link in the technology chain.

The problem lies in the inability or unwillingness of seed companies, especially in the private sector, to produce and broadly distribute the seed of new varieties because different regions require different varieties. For example, in Colombia, a country with a relatively advanced seed sector for Latin America, seed producers provide only an estimated 15%-20% of all maize seed used by farmers. For beans the estimate is less than 3%! Small farmers, therefore, tend to save their own seed.

The need for entrepreneurs

In most cases farmers save enough seed from each planting for the next crop. This practice, which on the one hand can be an obstacle to using new varieties, has the potential for actually getting improved varieties into more farmers' fields. The reason is that small farmers are generally very efficient in ensuring seed for the next crop. In Bolivia, for example, small farmers have been more successful than large bean seed producers in distributing and selling seed. This has led to CIAT, through the Bean Program and the Seed Unit, encouraging small-scale farmers and farmers groups to

Los programas nacionales en colaboración con el Programa de Frijol del CIAT han desarrollado y liberado más de cien variedades superiores de frijol. Sin embargo, el eslabón débil de la cadena tecnológica ha sido poner sus semillas al alcance de los pequeños agricultores.

El problema es la falta de capacidad o motivación de las empresas semillistas convencionales para producir y distribuir ampliamente semillas de las nuevas variedades. En general, el sector privado no parece interesado en asumir esta responsabilidad por la diversidad de variedades que requieren las diferentes regiones. Por ello, los pequeños agricultores tienden a conservar sus propias semillas. Por ejemplo, en Colombia, donde el sector semillista está relativamente avanzado, los productores de semillas sólo abastecen 15 a 20% de la semilla de maíz que usan los agricultores. Para el frijol el estimativo es inferior al 3%.

Necesidad de empresarios

En la mayoría de los casos los agricultores obtienen las semillas para la siguiente siembra de su propia cosecha. Esta práctica, que por un lado podría obstáculizar el uso de nuevas variedades, puede en realidad ayudar a su difusión. Esto se debe a que el pequeño agricultor puede ser muy eficiente conservando semillas. En Bolivia, por ejemplo, los pequeños agricultores han tenido más éxito que los grandes en esta labor. Por esta razón, el CIAT, a través de su Programa de Frijol y Unidad de Semillas,

Farmers in Antioquia, Colombia, display bean seeds they have selected and saved for the next crop.

Agricultores en Antioquia, Colombia, con la semilla de frijol seleccionada para la próxima siembra.

become seed entrepreneurs in their area by multiplying and then selling the seed of improved varieties to the farmers in their areas.

An old idea

The idea is not new. Throughout history farmers have selected and stored their favorite seed to be used for the next crop. Just a few decades ago in the United States thousands of small seed production companies handled the job of growing and selling improved and hybrid seed. In some cases, the business consisted of one farmer and a few acres. But the method worked: the better varieties increased, were sold, and planted.

This same concept is viewed today as the best way to get new technology into far-flung farmers' fields in Latin America. It is being done under the name of 'artesanal seed production.'

está estimulando a los pequeños agricultores y sus grupos a convertirse en empresarios semillistas para su localidad, multiplicando y vendiendo la semilla de variedades mejoradas a sus vecinos.

Una vieja idea

La idea no es nueva. A través de la historia los agricultores han seleccionado y almacenado sus semillas favoritas para usarlas en la siguiente cosecha. Hace sólo unas décadas, miles de pequeñas compañías semillistas de los Estados Unidos cultivaban y vendían semillas mejoradas e híbridas. En algunos casos, el negocio constaba del agricultor y unos cuantos acres. Pero el sistema funcionó: se multiplicaron, vendieron y cultivaron las variedades mejoradas.

Este mismo concepto llamado 'producción artesanal de semillas', se considera hoy en día la mejor forma de llevar la nueva tecnología a las fincas más remotas en América Latina.

Peruvian farmers winnow bean seeds for sale.

Agricultores peruanos avientan semilla de frijol para la venta.

Artesanal seed

The word comes from the Spanish words 'artesanía' or 'artesano'. They mean respectively: craftsmanship and artisan. More broadly interpreted, it may refer to something that is 'labor intensive' or something resembling a 'cottage industry.'

That idea is being successfully developed in several regions of Latin America: farmer seed entrepreneurships multiply and sell new varieties that are adapted to the specific ecosystem

Semilla artesanal

La palabra 'artesano' conlleva el sentido de algo intensivo en mano de obra, como una industria casera. Este concepto puede aplicarse a la producción artesanal de semillas.

La idea está siendo acogida en varias regiones de América Latina: empresas artesanales de semillas multiplican y venden nuevas variedades adaptadas al ecosistema de su región. Esto está haciendo que efectivamente las nuevas variedades lleguen a nuevas áreas en los varios países.

El CIAT está sirviendo a los programas nacionales como catalizador para iniciar el

of their region. This is beginning to effectively move the new varieties into new sections of several countries.

CIAT is assisting the national programs by being a catalyst to help the process start: Bean Program and Seed Unit scientists provided technical guidance and training on seed production (four courses, two in each of Colombia and Guatemala), drying, conditioning, and storage. The Seed Unit also conducted seed workshops attended by 60 small farmers from 15 countries. Additional help is often provided by supplying seed in order to shorten the lead time until commercial seed can be made available. This assistance by CIAT has been accepted by the public and private seed sectors, as well as by research and extension programs. Progress is well underway in Bolivia, Mexico, Guatemala, Colombia, El Salvador, and Peru. In Colombia, there are now 20 such bean seed production units in operation. The units are often an association of extension, credit bank, and farm cooperative initiatives. The unit in San Gil, Santander, produced about 25 tons of seed of a local variety in 1986.

Opening entrepreneurial doors

The concept has great potential for revolutionizing and vitalizing the agricultural sector of rural Latin America (and Africa). It will allow farmers to solve their own problems through local planning and planting. This type of initiative circumvents preconceived systems that may actually hinder progress, for example, seed legislation and certification procedures that are often out of step with small-farmer realities.

The flourishing of artesanal seed production enterprises may well stimulate the entrepreneurial spirit that thrived in the early years of settlement in Latin America. It could help farmers gain self-confidence by becoming better masters of their own destinies.

The Seed Unit and Bean Program are confident that this proven idea can be transplanted with success to many areas of the developing world and thereby strenghten the transfer of new technology to the small-farm sector.

proceso. Científicos del Programa de Frijol y de la Unidad de Semillas proporcionaron asistencia técnica y capacitación en producción (cuatro cursos, dos en Colombia y dos en Guatemala), secado, acondicionamiento y almacenamiento de semillas. La Unidad de Semillas también llevó a cabo reuniones de trabajo a las cuales asistieron 60 pequeños agricultores de 15 países. Con frecuencia se les proporciona semilla para que puedan empezar inmediatamente. Esta asistencia por parte del CIAT ha sido aceptada por los sectores público y privado, así como por los programas de investigación y extensión. Hay bastante progreso en Bolivia, Colombia, El Salvador, Guatemala, México y Perú. En Colombia ya hay 20 unidades de producción de semillas de frijol en funcionamiento. Con frecuencia las unidades conjugan las iniciativas de la extensión, el banco de crédito, y las cooperativas agrarias. Una de estas unidades, la de San Gil, Santander, produjo unas 25 toneladas de semilla de una variedad local en 1986.

Abriendo puertas empresariales

El concepto tiene mucho potencial para revolucionar y revitalizar el sector agrícola de América Latina, así como el de Africa, permitiéndoles a los campesinos resolver sus propios problemas a través de planeamiento y siembra locales. Este tipo de iniciativa se aparta de sistemas preconcebidos que pueden en realidad restringir el progreso, por ejemplo, la legislación y los procedimientos de certificación que a veces no corresponden a la realidad del pequeño agricultor.

El florecimiento de las empresas artesanales de semillas podría estimular el espíritu empresarial que prosperó al comienzo de la colonización de América Latina y podría ayudar a los campesinos a tener más confianza en el manejo de su propio destino.

La Unidad de Semillas y el Programa de Frijol confían en que esta idea comprobada pueda ser transplantada con éxito a muchas partes del mundo en desarrollo y pueda reforzar la transferencia de tecnología al sector campesino.

Bean Information Center Supports Research

Centro de Información sobre Frijol Apoya la Investigación

The Bean Information Center (BIC), a specialized service of CIAT's Communication and Information Support Unit (CISU), provides support to the bean research network. Research information, gathered from a variety of published sources, is sent on request to bean scientists worldwide. It is also sent to development agencies, university staff, agricultural extensionists, producers, and other interested parties. BIC publishes Abstracts on Field Beans (English and Spanish), Pages of Contents, and conducts specific bibliographic searches on request, using its own and major international data bases.

Specialized information is produced as needed. For example, in 1986, bibliographies on bean rust and *Rhizoctonia* root rot were developed due to a large demand for information on the subjects. Also, a fact sheet, "Insectos del Frijol Almacenado y su Control," was produced, summarizing information on this important interest topic.

BIC in Africa

In 1986, the Unit activated a plan to strengthen the ties between CIAT and the African national bean programs. The plan envisioned linking the programs with the existing information network in Latin America and at CIAT.

A national program information-need survey was made, combining the input from African scientists, data gathered by a consultant who visited the region, and African-based CIAT staff. These findings have resulted in

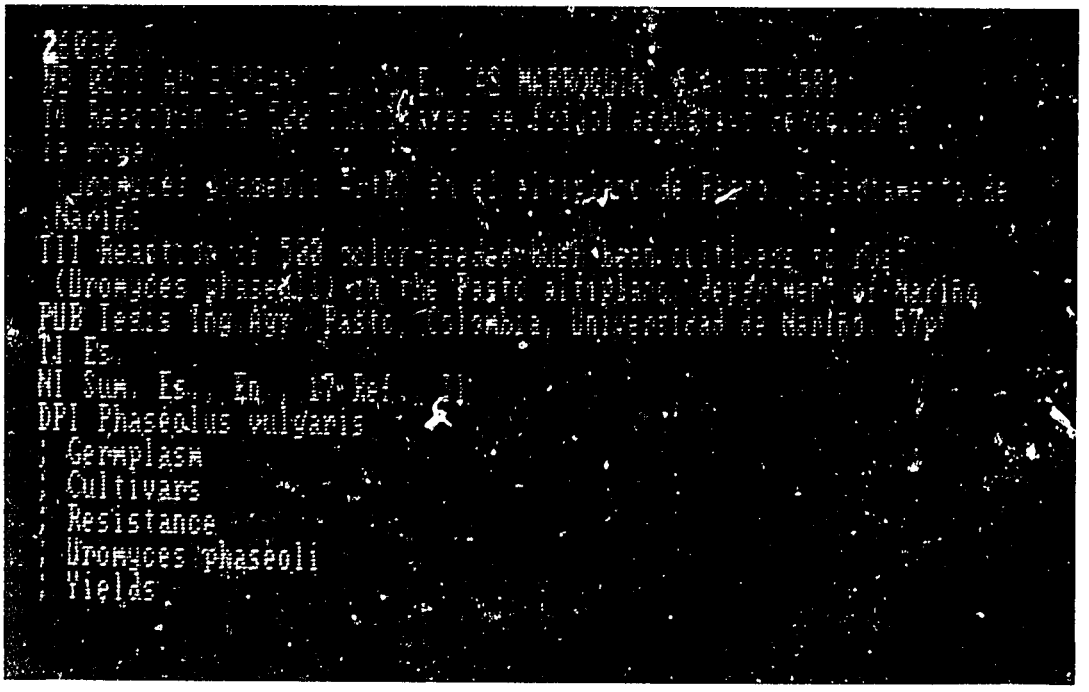
El Centro de Información sobre Frijol (CIF), servicio especializado de la Unidad de Apoyo en Comunicaciones e Información del CIAT, apoya las redes de investigación en frijol. El CIF envía información científica de varias fuentes a investigadores en frijol de todo el mundo, así como a agencias para el desarrollo, universidades, extensionistas agrícolas, productores, y otros interesados. El CIF publica Resúmenes Analíticos sobre Frijol en inglés y español, Páginas de Contenido, y hace búsquedas bibliográficas en sus propias bases de datos y en otras a su alcance.

El CIF produce información a la medida de las necesidades. Por ejemplo, en 1986 en respuesta a la gran demanda de información sobre la roya del frijol y la pudrición de la raíz por *Rhizoctonia*, produjo bibliografías sobre estos temas. También elaboró una ficha técnica, "Insectos del Frijol Almacenado y su Control".

CIF en Africa

En 1986, la Unidad de Comunicaciones e Información dirigió su atención al fortalecimiento de los vínculos entre el CIAT y los programas nacionales africanos, vinculando éstos con la red latinoamericana de información y el propio CIAT.

Se llevó a cabo un sondeo sobre las necesidades nacionales de información en Africa con datos proporcionados por científicos africanos, por una investigadora que visitó la región, y por científicos del CIAT destacados allí.



Thousands of bibliographic citations on beans are available through CIAT's Bean Information Center.

Miles de citas bibliográficas en frijol están disponibles a través del Centro de Información sobre Frijol del CIAT.

CIAT materials (no. of copies) and information services provided to members of the bean research network, 1986.

Technical publications	2005
Abstracts on Field Beans	1194
Bibliography on Bean Research in Africa	350
Audiotutorials	345
Study guides	1488
Bean newsletter	5100
Bean Program Annual Report	3000
Bibliographic searches (bibliographic refs., with abstracts)	13133
Documents delivered (no. of photocopied pages)	11526

Materiales (no. de copias) y servicios de información del CIAT a las redes de investigación sobre frijol, 1986.

Publicaciones técnicas	2005
Resúmenes Analíticos sobre Frijol	1194
Bibliografía sobre Investigación en Frijol en Africa	350
Audiotutoriales	345
Guías de estudio	1488
Boletín de frijol	5100
Informe Anual del Programa de Frijol	3000
Búsquedas bibliográficas (ref. bibliográficas con resumen)	13133
Documentos enviados (no. de páginas fotocopiadas)	11526

A bean regional research workshop in Kisozi, Burundi, draws participants from the Great Lakes region.

Reunión de trabajo sobre frijol, en Kisozi, Burundi, con participantes de la región de los Grandes Lagos.

CIAT beginning a steady flow of up-to-date bean research information to individuals and institutions on the continent.

A second supplement to the Bibliography on Bean Research in Africa, first published in 1983, was published containing 588 new references (the three bibliographies now contain 1729 references) as well as a literature review on the bean fly. Two other publications, "The CIAT Bean Program—Major Achievements during 1977-1983" and "The Bean Program Report for the Great Lakes Regional Project" were translated into French. In addition, regular issues of Abstracts on Field Beans were sent to collaborators in African national programs and research institution libraries.

Estos resultados le han permitido al CIAT empezar a enviar regularmente información científica actualizada sobre frijol a individuos e instituciones africanas.

Se publicó un segundo suplemento a la Bibliografía sobre Investigación en Frijol en Africa, que apareció originalmente en 1983, con 588 referencias nuevas (para un total de 1729 referencias) al igual que una revisión de literatura sobre la mosca del frijol. Otras dos publicaciones "The CIAT Bean Program—Major Achievements during 1977-1983" y "The Bean Program Report for the Great Lakes Regional Project" fueron traducidas al francés. Además, se están enviando los Resúmenes Analíticos sobre Frijol a los colaboradores en los programas nacionales africanos y a las bibliotecas científicas.

Tropical Pastures Program
Programa de Pastos Tropicales

Improved Pastures Raise Cattle Productivity

Pastos Mejorados Aumentan Productividad del Ganado

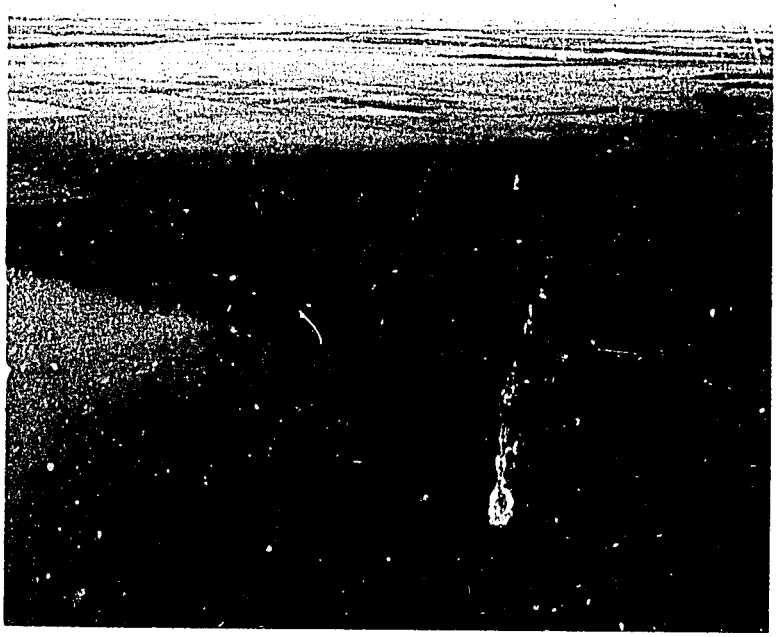
Cattle grazing a grass/legume combination of *Andropogon gayanus* and *Stylosanthes capitata* increase their reproduction and therefore raise farm incomes. These are the findings of a six-year, onfarm study of the use of new pasture technology in the Colombian Llanos. These plains, in northeastern Colombia, cover some 17 million ha and are notorious for the poor quality of their native grasses.

The low nutrition of the native savanna causes lower birth rates, more embryo mortalities, prolonged anestrus, abortions, and pre-

El ganado que pace en la pastura de gramínea y leguminosas formada por *Andropogon gayanus* y *Stylosanthes capitata* incrementa su reproducción y por consiguiente, los ingresos de la finca. Así lo indican seis años de evaluación de tal tecnología en fincas de los Llanos colombianos. Estas llanuras al nororiente del país cubren unos 17 millones de hectáreas y son notorias por la pobre calidad de sus pasturas nativas.

La baja nutrición que brinda la sabana nativa baja la natalidad, aumenta la mortali-

F. Orozco



The Carimagua Research Center in the Colombian Llanos where tropical pastures are evaluated.

El Centro Experimental Carimagua en los Llanos colombianos, donde se evalúan pastos tropicales.

F. Orozco

New pasture technology is raising farm incomes in the Colombian Llanos.

La nueva tecnología de pastos está aumentando los ingresos de las fincas en los Llanos.

disposes cattle to infections. Undernourishment also stunts growth and postpones first conception. Heifers typically weigh around 250 kg when they mate, a low weight for reproducing unless their nutrition is immediately improved.

Scientists recognize that in the Llanos cattle productivity is related to the quantity and quality of forage. However, the forage grasses and legumes must be able to tolerate the acid soils, low fertility, and long dry seasons of the region.

Onfarm trials

Since 1979, pasture trials on seven farms in the Colombian Llanos have evaluated the *A. gayanus* and *S. capitata* association under the operating conditions of commercial farming. Some heifers were grazed 100% of the time on improved pastures. Others were divided equally between improved pastures and native savanna. Still others were grazed on improved

dad embrionaria, prolonga el anestro, provoca abortos y predispone a infecciones; también disminuye el crecimiento y retrasa la primera concepción. Las novillas normalmente se aparean pesando unos 250 kg, peso no aconsejable para la reproducción a menos que mejore inmediatamente su nutrición.

Los científicos reconocen que en esta región la forma de aumentar la productividad del ganado es un mejor forraje, derivado de pastos y leguminosas que toleren sus suelos ácidos, baja fertilidad y largas estaciones secas.

Ensayos en finca

Desde 1979 se ha evaluado la asociación *A. gayanus* y *S. capitata* en siete fincas de los Llanos en condiciones normales de operación comercial. Algunas novillas se alimentaron de pasturas mejoradas el 100% del tiempo; otras, 50% del tiempo en pasturas mejoradas y 50% en sabana nativa; otro grupo en pasturas mejo-

pastures until they reached 300 kg and mated; after this they were put on the savanna. One herd grazed only native savanna 100% of the time.

For heifers that had total access to improved pastures, their weight at first conception was 276-314 kg. They reached this weight at 30 months of age. Fifty percent of them calved for the third time by 1986.

The heifers grazing the improved pastures half the time weighed at first conception approximately the same as those that had full-time access. However, their weights went down significantly by the second conception and they did not calve for a third time within the same period. The herd that grazed all the time on native savanna conceived at 40-44 months and weighed only 250-265 kg.

On one farm cows that grazed native savanna grasses reached weaning time weighing less than 270 kg whereas those that had access to the improved pastures weighed more than 300 kg.

For cows grazing improved pastures 100% of the time, the interval between the first and second birth was 566 days and between their second and third, 532 days. Those grazing improved pastures until they reached 300 kg,

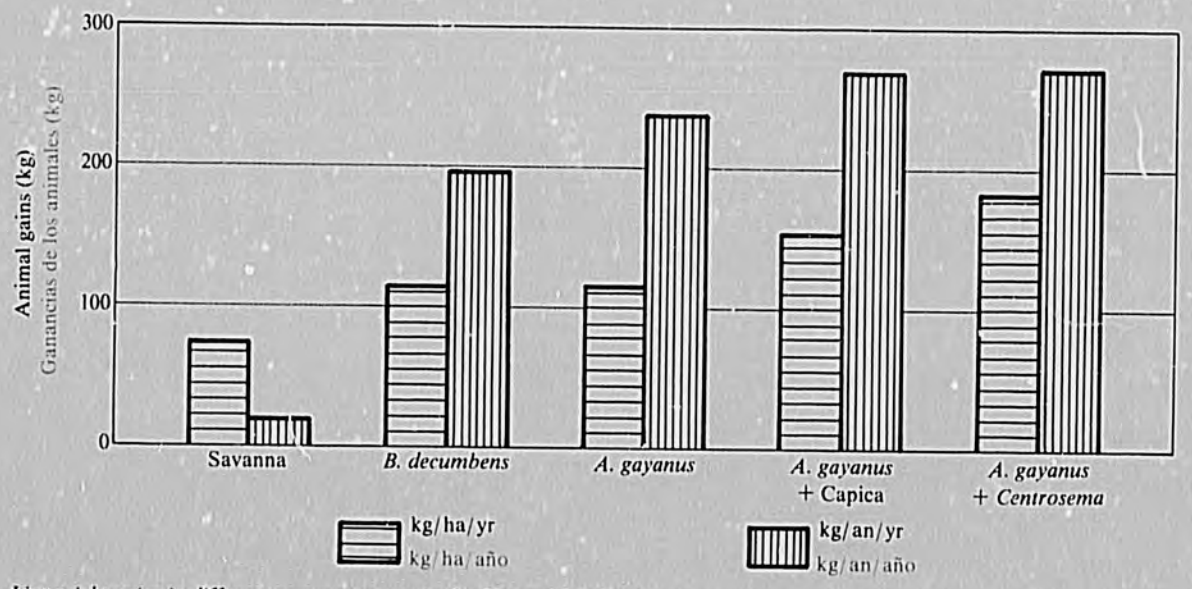
radas hasta pesar 300 kg, y después del apareamiento en sabana nativa. Un hato sólo consumió pastos nativos.

Para las novillas con acceso total a las pasturas mejoradas, el peso a la primera concepción (30 meses de edad) fue de 276-314 kg. Un 50% tuvo su tercer parto en 1986.

Las novillas en pasturas mejoradas 50% del tiempo pesaron a la primera concepción aproximadamente lo mismo que aquéllas con acceso total. Sin embargo, su peso se redujo significativamente a la segunda concepción, y no concibieron por tercera vez dentro del mismo período. El hato en sabana nativa todo el tiempo concibió a los 40-44 meses con un peso de 250-265 kg.

En una finca las vacas alimentadas con sabana nativa llegaron al destete pesando menos de 270 kg; aquéllas con acceso a las pasturas mejoradas pesaron más de 300 kg.

Para las vacas en pasturas mejoradas el 100% del tiempo, el intervalo entre la primera y segunda concepción fue de 566 días y de 532 días entre la segunda y tercera. Aquéllas en pasturas mejoradas hasta los 300 kg de peso y luego en sabana nativa demoraron 574 días entre la primera y segunda concepción y no han reconcebido. Aquéllas en pasturas mejo-



Liveweight gains in different pasture systems in the Llanos of Colombia.

Ganancias de peso en diferentes sistemas de pasturas en los Llanos de Colombia.

followed by a period on native savanna, had 574 days between the first and second birth and did not reconceive. Those that grazed half the time on improved pastures and half on native savanna had 598 days between their first and second birth and, likewise, did not reconceive. Those that grazed only native savanna gave birth only once. The ones on improved pastures reached their third conception during the same period.

The superior reproduction is reflected in the weaning ages, which were less than 7 months for the groups with total access to improved pastures, more than 7 months for those with controlled access, and more than 8 months for those grazing the native grasses. The weights when weaned of the second birth were 8%-13% higher for those having total access to the improved pastures as compared with those with controlled access.

The bottom line

In economic terms, the use of improved pastures produces a very good internal rate of return: 33%. The initial investment is equivalent to the gross income of the traditional system for one year. In many cases, only a

radas la mitad del tiempo y la otra mitad en sabana nativa tuvieron 598 días entre su primera y segunda concepción y tampoco han reconcebido. Las que pastaron únicamente sabana nativa sólo han parido una vez en tanto que las de pastos mejorados tuvieron su tercera concepción durante el mismo período.

La superior reproducción se refleja en las edades de destete: menos de 7 meses para los grupos con acceso total a las pasturas mejoradas, más de 7 para aquellas con acceso controlado, y más de 8 para aquellas en sabana nativa. Los pesos al destete en el segundo parto fueron 8-13% mayores en aquellas con acceso total a los pastos mejorados que en las que tenían acceso controlado.

Los resultados

En términos económicos, el uso de pasturas mejoradas produce una tasa interna de retorno muy buena: 33%. La inversión inicial equivale al ingreso bruto del sistema tradicional por un año. En muchos casos, sólo un pequeño porcentaje (menos del 10%) del área total de la finca debe ser cultivado con las pasturas mejoradas para obtener esas ganancias.

Improved pastures increase animal weights and reproduction rates.
Los pastos mejorados aumentan el peso y las tasas de reproducción.

Average reproductive performance of cows under various feeding systems at Las Leonas farm, Colombian Llanos.

Pasture type	Weight at 1st calving (kg)	Age at 1st calving (mo.)	Time between 1st and 2nd calving (mo.)	Age at 2nd calving (mo.)	Time between 2nd and 3rd calving (mo.)	Age at 3rd calving (mo.)
Improved pastures 100% of the time	340	39	19	58	15	73
Improved pastures 50% of the time and native savanna 50% of the time	338	39	19	58	-	-
Improved pastures until they reach 300 kg and mate and native savanna thereon	322	44	21	65	-	-
Native savanna 100% of the time	300	54	-	-	-	-

Promedios de desempeño reproductivo en varios sistemas de pastoreo en la finca Las Leonas, Llanos colombianos.

Tipo de pastoreo	Peso al 1er parto (kg)	Edad al 1er parto (mes)	Tiempo entre 1er y 2do partos (mes)	Edad al 2do parto (mes)	Tiempo entre 2do y 3er partos (mes)	Edad al 3er parto (mes)
Pasturas mejoradas 100% del tiempo	340	39	19	58	15	73
Pasturas mejoradas 50% del tiempo y sabana nativa 50% del tiempo	338	39	19	58	-	-
Pasturas mejoradas hasta los 300 kg y apareo y sabana nativa a partir de entonces	322	44	21	65	-	-
Sabana nativa 100% del tiempo	300	54	-	-	-	-

small percentage (less than 10%) of the total farm area needed to be sown in the better grass and legume in order to realize these profits.

One farm during the first three years after the pastures were sown had a deficit. This was due, in part, to the cattleman's decision to increase his stocking rate. By the fourth year, however, his income tripled.

This test of the pasture technology under commercial conditions verifies the value of *A. gayanus* and *S. capitata*. It shows it to be a winning combination to improve cattle productivity in the Llanos and should encourage use of the technology in similar areas of Latin America.

Una de las fincas mostró un déficit durante los primeros tres años después de sembrar las pasturas, debido en parte a la decisión del ganadero de aumentar la carga. Al cuarto año, sin embargo, sus ingresos se triplicaron.

Esta prueba de la tecnología de pastos en condiciones comerciales demuestra el valor de la combinación *A. gayanus* + *S. capitata* para mejorar la productividad del ganado en los Llanos y deberá estimular su empleo en condiciones similares en América Latina.

New Legumes for the Llanos

Nuevas Leguminosas para los Llanos

A second generation of pasture legumes developed for the Latin American savannas is showing promise. *Centrosema acutifolium* CIAT 5277, a legume native to the Vichada region in the savannas of Colombia, is producing yearly weight gains per steer 30% higher than grass alone when used in association with the grass *Andropogon gayanus*. The previous front runner was *A. gayanus* with *Stylosanthes capitata*, the first legume selected for the tropical Latin American savanna ecosystems. This combination produced 20% higher weight gains over grass alone in trials in the Colombian Llanos.

Una segunda generación de leguminosas forrajeras desarrolladas para las sabanas de América Latina está mostrando resultados. *Centrosema acutifolium* CIAT 5277, nativa del Vichada en Colombia, está produciendo en asociación con *Andropogon gayanus* ganancias de peso anuales por novilla 30% mayores que *A. gayanus* solo. Anteriormente, la mejor combinación era *A. gayanus* con *Stylosanthes capitata*, la primera leguminosa seleccionada para las sabanas de América Latina tropical. Esta asociación producía ganancias de peso 20% mayores que el pasto solo en los Llanos colombianos.

F. Orozco

Pastures of* A. gayanus *and* C. acutifolium *are replacing native grasses in the tropical savannas.

Pasturas de A. gayanus *y* C. acutifolium *están remplazando pastos nativos en las sabanas tropicales.*

F. Orozco

A. gayanus *and* **C. acutifolium** *maintain cattle weight during the dry season in the Colombian Llanos.*

A. gayanus *y* C. acutifolium *mantienen el peso del ganado durante la época seca en los Llanos de Colombia.*

Legume use grows

Legumes have been known for some time to play a big role in improving cattle nutrition, especially in the savannas. They provide protein for the animals while also fixing atmospheric nitrogen for the associated grass. The latter is most desirable—if not essential—in frontier regions which are isolated from markets and where inputs such as fertilizers and lime are difficult to come by and are prohibitively expensive.

The first collaborating activity of the Tropical Pastures Program and the national agricul-

Aumenta el uso de las leguminosas

Desde hace algún tiempo se sabe que las leguminosas juegan un papel importante en el mejoramiento de la nutrición del ganado, especialmente en las sabanas, al proporcionarle proteína mientras fijan nitrógeno atmosférico para el pasto asociado. Esto es muy deseable quizás esencial en las zonas de frontera aisladas de los mercados donde insumos como fertilizantes y cal son escasos y muy costosos.

tural programs resulted in the selection of *A. gayanus*, a tufted grass native to Nigeria. It was first released in 1980 and was adopted in Colombia, Brazil, Venezuela, Peru, and Panama. It quickly became popular with cattle raisers in those savanna areas noted for their acid and infertile soils. The grass can increase stocking rates seven to tenfold in such regions.

To complement the grass, the legume *S. capitata* was selected three years later by the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Released as 'Capica,' it is a blend of five accessions of the species. Accessions were blended to increase tolerance to anthracnose disease.

The new legumes

A second generation of legumes are now making a reputation for themselves. *Centrosema acutifolium* CIAT 5277 in association with *A. gayanus* produced excellent animal weight gains despite an unusually long dry season at the Carimagua (Colombia) trial site in 1986. The association maintained the animals' weight during the dry season and weight increases even occurred. This is remarkable because the trials aimed just to maintain the weight already gained during the previous rainy season.

While animals grazing *A. gayanus* alone lost up to 200 g/day during the atypically prolonged 1986 dry season, animals grazing the association *A. gayanus*/*C. acutifolium* gained 100 g/day.

Centrosema acutifolium can be used in a wide range of grazing management options. This is very important for savanna areas which have erratic rainfall patterns. The legume's proportion to grass under different grazing management options has ranged from 20% to 50%, favoring in some cases, the grass, which is not the usual situation.

Weight gains of 160-170 kg per animal/year with the association *A. gayanus*/*C. acutifolium* are common, compared to gains of 140-150 kg/animal/year with *A. gayanus*/*S. capitata*. The results are so encouraging that the Colombian national program (ICA) will release the legume in 1987.

El primer resultado de la colaboración entre el Programa de Pastos Tropicales y los programas agrícolas nacionales fue la selección de *A. gayanus*, un pasto macollado originario de Nigeria. Desde 1980 ha sido liberado en Colombia, Brasil, Venezuela, Perú y Panamá. Pronto se hizo popular entre los ganaderos en las sabanas ácidas de suelos infértiles. El pasto puede aumentar las cargas animales 7 a 10 veces en estas zonas.

Para complementar el pasto, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) seleccionó la leguminosa *S. capitata* tres años después y la liberó con el nombre de 'Capica', una mezcla de cinco accesiones de la especie. Esta mezcla reduce el riesgo ante un ataque de antracnosis.

Las nuevas leguminosas

Una segunda generación de leguminosas está ganando reputación. *Centrosema acutifolium* CIAT 5277 en asociación con *A. gayanus* produjo excelentes ganancias de peso a pesar de la larga estación seca de 1986 en el centro experimental Carimagua, Colombia. La asociación mantuvo el peso de los animales e incluso hubo aumentos. Esto es notable pues los ensayos sólo buscaban mantener el peso ganado durante la estación lluviosa previa.

Mientras que las reses que pastaban *A. gayanus* puro perdían hasta 200 g/día en la larga / atípica estación seca de 1986, las que consumían la asociación *A. gayanus*/*C. acutifolium* ganaban 100 g/día.

Centrosema acutifolium puede ser usado en un amplio rango de opciones de manejo—muy importante para las sabanas que tienen patrones de precipitación erráticos. La proporción leguminosa/pastos en diversas opciones de pastoreo varía entre 20 y 50%, llevando en algunos casos a favorecer el pasto, lo cual no es lo usual.

Con la asociación *A. gayanus*/*C. acutifolium* son comunes las ganancias de peso de 160-170 kg por animal/año mientras que con *A. gayanus*/*S. capitata* se obtienen 140-150 kg/animal/año. Los resultados son tan halagadores que el ICA planea liberar la leguminosa en 1987.

Finding Spittlebug-Resistant Grasses

En Busca de Pastos con Resistencia al Salivazo

There are at least 350-400 million hectares of underutilized land in tropical America that the right technology could turn into more productive grazing lands. These underdeveloped areas of Brazil, Bolivia, Colombia, Peru, and Venezuela are being used increasingly to produce meat and milk. The favored forage is *Brachiaria*, an East African grass introduced to tropical America during the late 1950s. The grass is aggressive and adapts well to the poor, acid soils of these regions. More than 16 million hectares are estimated to have been planted in either *Brachiaria decumbens* or *Brachiaria humidicola* in the tropical America lowlands alone.

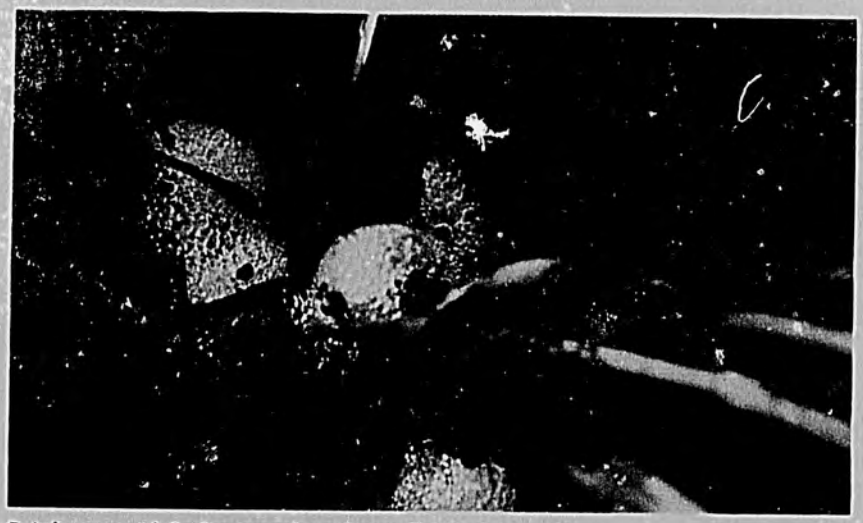
Brachiaria threatened

Unfortunately, the spread of *Brachiaria* has been slowed in recent years by 'spittlebugs.' The insects get their name from the frothy,

Hay por lo menos 350 a 400 millones de hectáreas de tierras subutilizadas en América tropical que podrían convertirse en tierras de pastoreo más productivas con la tecnología adecuada. Estas regiones subdesarrolladas de Brasil, Bolivia, Colombia, Perú y Venezuela se usan cada vez más para la producción de carne y leche. El pasto favorito es *Brachiaria*, una gramínea africana introducida a América tropical a fines de los años cincuenta, la cual es agresiva y se adapta bien a los suelos ácidos y pobres de esta región. Posiblemente hay más de 16 millones de hectáreas sembradas de *B. decumbens* o *B. humidicola* en las tierras bajas de América tropical.

Brachiaria amenazada

Desafortunadamente, la difusión de *Brachiaria* ha sido entorpecida en los últimos años por



Spittle mass with feeding nymphs and castoff skins from molts.
Ninfas de salivazo y mudas de piel.

spittlelike mass that surrounds their nymphs that feed at the base of the grass. The spittle provides the nymph with a moist habitat and protects it from desiccation and natural enemies. Their feeding, however, causes damage by withdrawing water and nutrients from the grass which then wilts or dies. The spittlebug is a major threat to the future use of *Brachiaria* in Latin America and is even a potential economic threat to crops. Thus, CIAT is identifying species of *Brachiaria* that are resistant to spittlebugs and which have antibiotic characteristics that reduce spittlebug populations.

Although tolerance is important in host plant resistance, its value is limited because tolerant plants often support more insects. Plants which are merely tolerant may do well when insect pressure is low but may fail under high pressure. This happens to *B. humidicola*. Although *B. humidicola* is more tolerant to spittlebugs than *B. decumbens*, it appears to encourage higher spittlebug populations and, as a result, it is undergoing considerable spittlebug attack in many areas. Scientists and farmers, especially in the humid tropics, are disappointed with its performance.

Mass-rearing spittlebugs

An intensive grass-screening program for insect tolerance requires enough insects to uniformly infest experimental plots. This calls for the development of a way to mass-rear spittlebugs.

Tropical Pastures Program entomologists found that by covering plastic pots containing the grass with aluminum foil they created the right temperature, relative humidity, and light for nymph development. The secondary roots which grow on the soil surface were ideal for them to feed on.

The mass-rearing capability allows research to continue the year round, including the dry season when adult insects cannot be found in the field. Since large numbers of adults of known age can be produced, the variability associated with using field-collected adults in laboratory and greenhouse experiments is avoided.

el salivazo. El nombre de este insecto se debe a la baba esponjosa que rodea a las ninfas que viven y se alimentan en la base del pasto. La baba las protege de la sequedad y de los enemigos naturales. Al alimentarse del pasto, sin embargo, le causan daño pues le extraen agua y nutrimentos ocasionando su marchitamiento o muerte. El salivazo es una amenaza importante no solamente para el futuro de *Brachiaria* en América Latina sino también para otros cultivos. Por lo tanto, el CIAT está identificando especies de *Brachiaria* resistentes al insecto, con características antibióticas que reduzcan sus poblaciones.

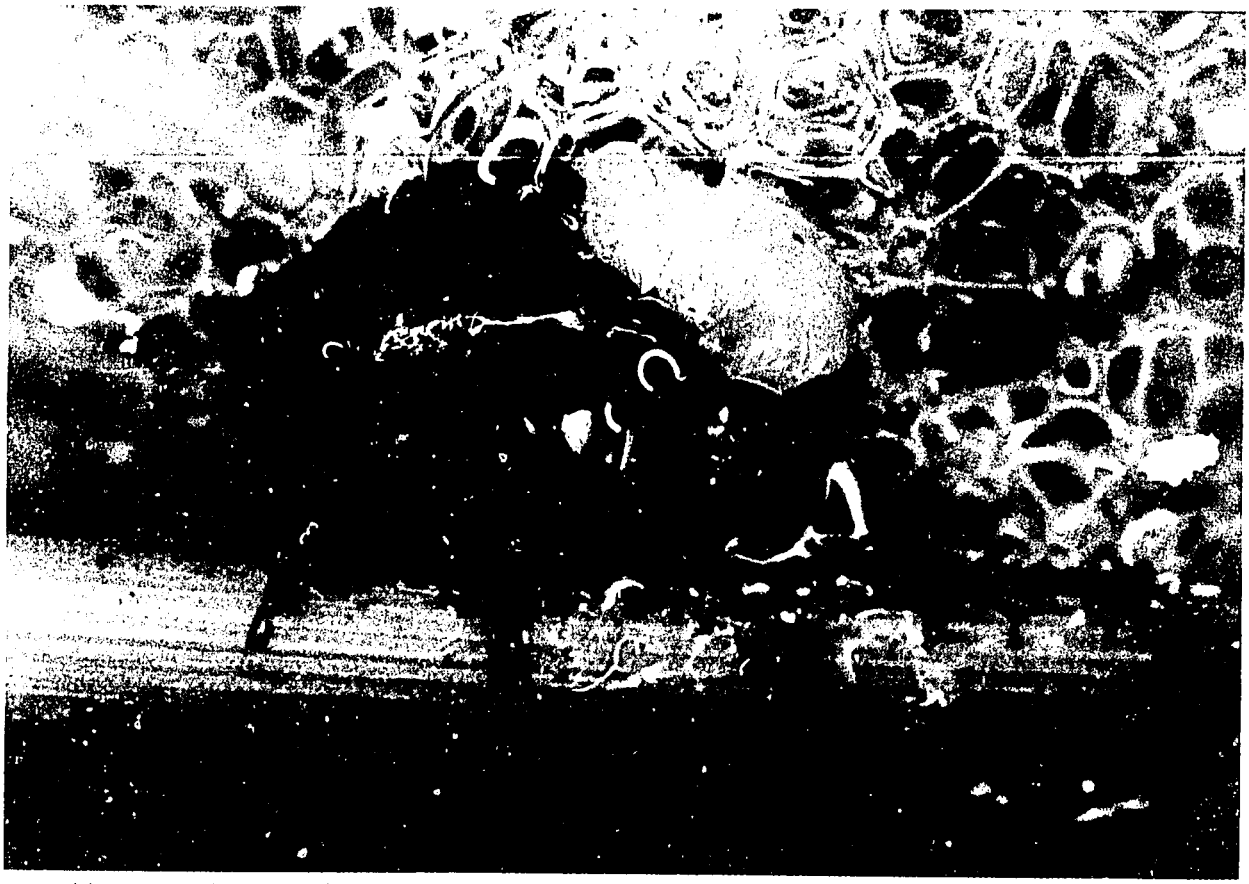
Aunque la tolerancia en plantas hospedantes es importante, su valor es limitado debido a que ellas con frecuencia hospedan más insectos. Las plantas tolerantes pueden sobrevivir a una presión moderada pero sucumbir ante una alta. Esto le sucedió a *B. humidicola*: aunque es más tolerante al salivazo que *B. decumbens*, parece estimular las altas poblaciones del insecto por lo cual está siendo severamente atacada en muchas partes. Los científicos y los agricultores, especialmente en el trópico húmedo, están decepcionados con su desempeño.

Cría masiva de salivazos

La preselección intensiva por tolerancia a un insecto requiere gran número de éstos para infestar uniformemente las parcelas experimentales. Para ello era necesario criar salivazos masivamente.

Los entomólogos de Pastos Tropicales encontraron que al cubrir con papel aluminio recipientes plásticos con el pasto creaban la temperatura, humedad relativa y luz adecuadas para el desarrollo de las ninfas, las cuales pueden alimentarse con las raíces secundarias que crecen en la superficie.

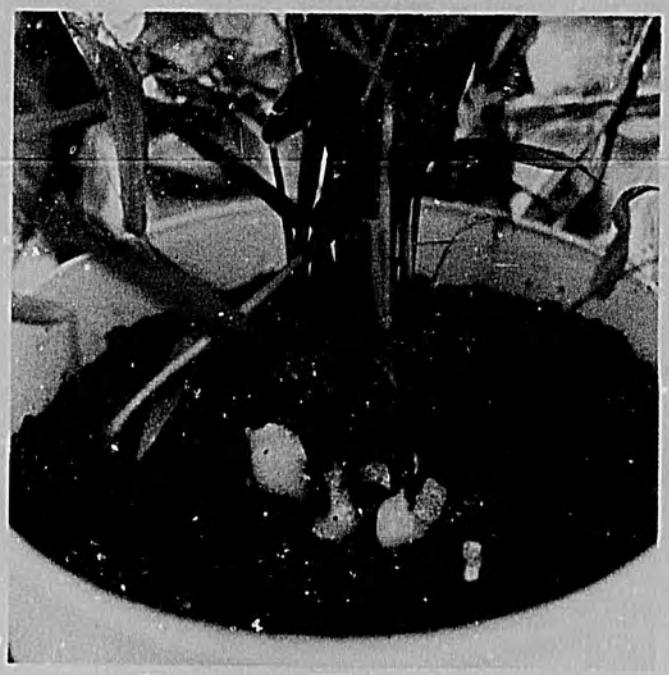
La cría masiva permite investigar todo el año, incluso durante la estación seca cuando no se encuentran insectos adultos en el campo. Al contar con grandes cantidades de adultos de edad conocida, se evita en laboratorios e invernaderos la variabilidad de los adultos recolectados en el campo.



A spittlebug emerges from its spittle mass as an adult.

Field trials

Field screening for antibiosis and tolerance to spittlebugs begins by infesting *Brachiaria* with eggs or nymphs from the laboratory colony. This is done early in the growing season without having to wait for first generation adults to emerge in the field. Artificial infestation allows scientists to rapidly, under controlled conditions, raise the spittlebug populations to a level that will cause severe damage to the most susceptible *Brachiaria* grasses. By providing a uniform environment for the spittlebugs' development independent of the growth habit of the plant direct antibiotic properties of the plant can be evaluated. Some of the resistance mechanisms being evaluated are: physical interference with feeding (stem hardness, pilosity, morphology), host nutrition, and secondary plant chemistry.



Mass-reared spittlebug nymphs feed on the roots of Brachiaria.
Ninfas de salivazo, criadas masivamente, alimentándose de raíces de Brachiaria.

Benefit to national programs

Data from the antibiosis trials, combined with what has been learned from tolerance tests, will make it possible to genetically characterize CIAT's 500 *Brachiaria* accessions for their spittlebug resistance.

The genetic base of the *Brachiaria* collection has been increased recently. A 1985 collecting mission involving CIAT and the International Livestock Center for Africa (ILCA), Ethiopia, gathered 452 new *Brachiaria* samples in Africa. To speed up the transfer of this new material to CIAT, the Biotechnology Unit developed a means to transfer it in vitro. Rather than going through the lengthy process of seed multiplication in nurseries or greenhouses in the countries of origin, the material was sent to Colombia as propagules in glass vials.

The entire collection is being evaluated in three major research sites in South America: Carimagua in the eastern plains of Colombia; the Cerrados in Brazil; and Pucallpa in the humid tropics of Peru. This makes promising germplasm available to national research programs for their spittlebug screening programs as well as for other pasture research.

Beneficio para los programas nacionales

Los datos de los ensayos de antibiosis, combinados con lo aprendido sobre tolerancia, permitirán caracterizar genéticamente la resistencia al salivazo de las 500 accesiones de *Brachiaria* del CIAT.

La base genética de esta colección aumentó recientemente. En 1985 una misión de recolección entre el CIAT y el International Livestock Center for Africa (ILCA), Etiopía, recogió 452 nuevas muestras de *Brachiaria* en Africa. Para acelerar su transferencia al CIAT, la Unidad de Biotecnología desarrolló un método de cultivo in vitro. En lugar del demorado proceso de multiplicación por semillas en los países de origen, los propágulos se enviaron a Colombia en tubos de vidrio.

Toda la colección se está evaluando en tres sitios principales de investigación en América del Sur: Carimagua, Colombia; los Cerrados, Brasil; y Pucallpa, Perú. Esto pone el germoplasma promisorio a la disposición de los programas nacionales para su selección por salivazo u otros problemas.

Pastures Network Gains Momentum

La Red de Pastos Avanza

The Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT)[1] is composed of CIAT scientists and more than 150 other researchers from about 50 national institutions. The network's chief role is to evaluate grasses, legumes, and pasture management technology for their suitability to the different ecological and farming systems of tropical America. This is done in 195 sites in 15 Latin American and Caribbean countries.

Selection centers

Adaptation is studied in three major ecozones: the Colombian Llanos (ICA/CIAT)[2], the Brazilian Cerrados (CPAC-EMBRAPA/CIAT)[3], and the Peruvian humid tropics (INIPA/IVITA/CIAT)[4]. The work is done in cooperation with the national agricultural research institutions of these countries. A fourth site will be established in 1987 in Costa Rica (CATIE/MAG/CIAT)[5] which will be representative of the soils of Central America and the Caribbean.

The materials selected by the national programs in each of these regional trials are evaluated as associations of grasses and legumes in several types of trials. These include grazing management and grazing trials to measure animal productivity. The technology is adjusted to meet the demand of local environmental and socioeconomic conditions.

La Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) se compone de científicos del CIAT y de más de 150 investigadores de unas 50 instituciones nacionales. El papel principal de la red es evaluar pasturas y su tecnología de manejo en los diversos sistemas ecológicos y agrícolas de América tropical. Esto se lleva a cabo en 195 lugares en 15 países latinoamericanos y del Caribe.

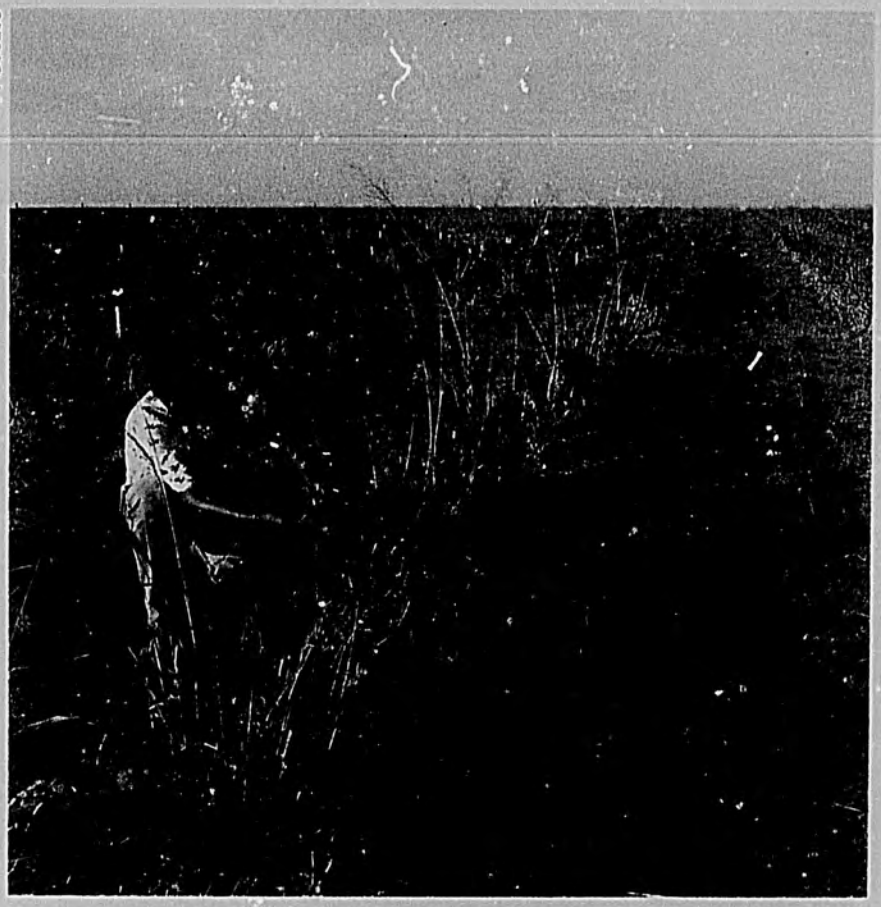
Centros de selección

Los centros principales de selección en tres ecozonas son: los Llanos colombianos (ICA/CIAT)[2], los Cerrados brasileños (CPAC-EMBRAPA/CIAT)[3], y el trópico húmedo peruano (INIPA/IVITA/CIAT)[4], los cuales trabajan en colaboración con las instituciones de investigación agrícola de esos países. En 1987 se establecerá un cuarto sitio en Costa Rica (CATIE/MAG/CIAT)[5] que será representativo de los suelos de América Central y el Caribe.

Las gramíneas y leguminosas seleccionadas por los programas nacionales en cada uno de esos ensayos regionales son evaluadas como asociaciones en varios tipos de ensayos. Estos incluyen pastoreo y su manejo para medir la productividad animal. La tecnología se ajusta a los requerimientos ambientales o las condiciones socioeconómicas locales.

1. In English: International Tropical Pastures Evaluation Network.
2. ICA: Instituto Colombiano Agropecuario.
   CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
3. CPAC: Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.
   EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
4. INIPA: Instituto Nacional de Investigaciones y Promoción Agraria.
   IVITA: Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura.
5. CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
   MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

F. Orozco



Forages are evaluated in the Colombian Llanos for adaptation to acid soils high in aluminum and low in nutrients.

Las pasturas se evalúan en los Llanos colombianos por adaptación a suelos ácidos con alto contenido de aluminio y pobres en nutrimentos.

The RIEPT started with about 60 trials in 1979 and in 1986 was conducting more than 200 trials. The growth of the RIEPT and the movement of desirable species toward onfarm trials has increased pressure for more basic seed of selected species. National seed programs are filling in the gap by establishing seed production projects.

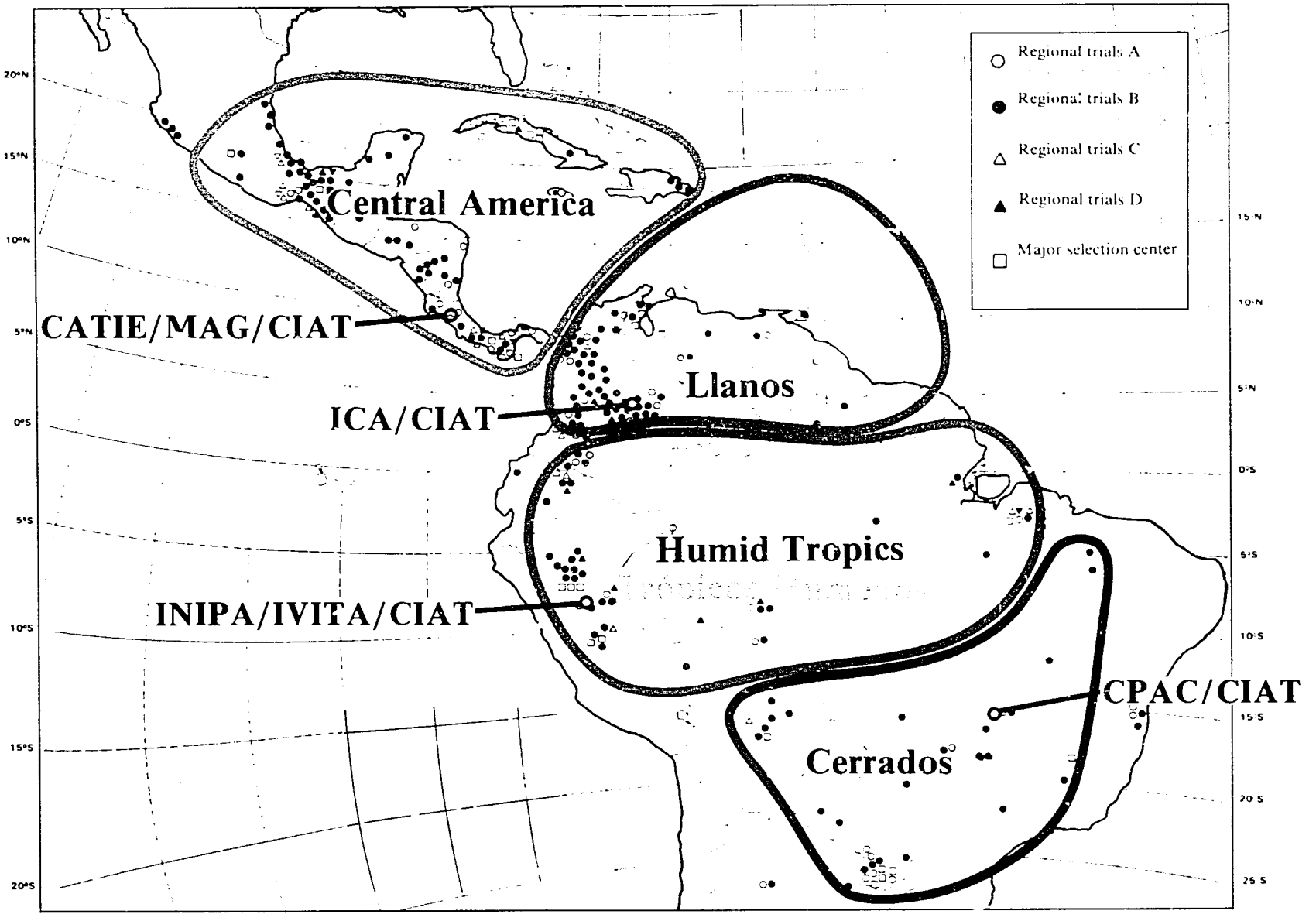
Common data base

The RIEPT and CIAT evaluations are linked by a common data base. This includes detailed characterization of germplasm at the site of collection and evaluation, its adaptation to specific soil and climate conditions, agronomic characteristics, response to pests and diseases,

De unos 60 ensayos en 1979 la RIEPT ha pasado a más de 200 en 1986. Este crecimiento y la elección de especies para ensayos en finca han aumentado la necesidad de semilla básica de las especies seleccionadas. Los programas nacionales están llenando el vacío estableciendo proyectos de producción de semillas.

Base común de datos

Las evaluaciones de la RIEPT y del CIAT están ligadas por una base común de datos. Esta incluye una caracterización detallada del germoplasma en el sitio de recolección y evaluación, su adaptación a condiciones específicas de suelo y clima, características agronómicas, respuesta a plagas y enfermedades, rela-



International Tropical Pastures Evaluation Network 1987.

soil-plant-animal relationships, and its potential for seed production. The data base enables researchers to exchange information and to learn more about the germplasm-environmental interaction.

The RIEPT also conducts seminars to facilitate direct information exchange. A CIAT bulletin, "Pasturas tropicales," publishes network and national institutions findings.

Network releases

Over the years a number of important grasses and legumes have been released by national agricultural research programs based on network evaluations. The grass *Andropogon gayanus* CIAT 621 was released by Colombia's national program (ICA) and by EMBRAPA in Brazil in 1980. It was later released by FONAIAP[6] in Venezuela, by IDIAP[7] in Panama, and by INIPA in Peru. It is estimated that there are more than 300,000 ha of the grass in tropical America. *A. gayanus* is adapted to the region's acid poor-fertility soils and is tolerant to drought and the spittlebug, the main pest for the *Brachiaria* grasses in the tropical America lowlands.

In 1983, Colombia released the first legume, *Stylosanthes capitata*, cv. Capica (CIAT 10280). It is adapted to acid, poor soils and is resistant to anthracnose, a major threat to *Stylosanthes* species in tropical America.

Likewise, in 1985 IVITA in Peru released *Stylosanthes guianensis* (CIAT 184) as cv. Pucallpa. The decision was a confirmation of the excellent performance of the legume in the humid tropics, which was substantiated by the findings of the RIEPT.

Several other grasses and legumes are in prerelease stage and onfarm validation trials in different countries. In the Colombian Llanos *Centrosema brasilianum* CIAT 5234, *Centrosema acutifolium* CIAT 5277, *Arachis pintoi* CIAT 17434, and the grass *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133 are being successfully tested in farmers' fields.

6. FONAIAP: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
7. IDIAP: Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá.

ciones suelo-animal-planta, y su potencial de producción de semillas. La base de datos permite a los investigadores intercambiar información y aprender más sobre la interacción germoplasma/medio ambiente.

La RIEPT también lleva a cabo seminarios para facilitar el intercambio directo de información. El boletín "Pasturas tropicales" del CIAT publica resultados de la red y de las instituciones nacionales.

Liberaciones por la red

En los últimos años los programas nacionales de investigación agrícola han liberado varias gramíneas y leguminosas evaluadas por la red. El programa nacional de Colombia (ICA) y EMBRAPA de Brasil liberaron el pasto *Andropogon gayanus* CIAT 621 en 1980. Luego fue liberado por FONAIAP[6] en Venezuela, IDIAP[7] en Panamá, e INIPA en Perú. Se estima que ya hay más de 300,000 ha de este pasto en América tropical. El *A. gayanus* se adapta a los suelos pobres y ácidos de la región y tolera la sequía y el salivazo, éste último la principal plaga de los pastos *Brachiaria* en las tierras bajas de América tropical.

En 1983, Colombia liberó la primera leguminosa, *Stylosanthes capitata* cv. Capica (CIAT 10280), adaptada a los suelos ácidos y pobres y resistente a la antracnosis, el principal problema del *Stylosanthes* en América tropical.

En 1985 el IVITA de Perú liberó a *Stylosanthes guianensis* (CIAT 184), con el nombre de 'Pucallpa'. Esta decisión, sustentada por los resultados de la RIEPT, fue una confirmación del excelente desempeño de la leguminosa en el trópico húmedo.

Varias otras gramíneas y leguminosas están en ensayos en fincas previos a su liberación en diversos países. En los Llanos colombianos *Centrosema brasilianum* CIAT 5234, *Centrosema acutifolium* CIAT 5277, *Arachis pintoi* CIAT 17434, y la gramínea *Brachiaria dyctioneura* CIAT 6133 están siendo ensayadas con éxito en los campos de los agricultores.

Annexes

Anexos

Financial Information

Información Financiera

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Expenditures in 1986

(Expressed in thousands of US dollars)

	Actual Expenditures			
	Unrestricted Core	Restricted Core	Special Projects	Total
Research Programs:				
Beans	1,367	1,235	1,186	3,788
Cassava	213	1,787	272	2,272
Rice	314	679	183	1,176
Tropical Pastures	2,253	915	55	3,223
Sub-Total	4,147	4,616	1,696	10,459
Research Support:				
Visiting Scientists and Postdoctorals	187	285		472
Genetic Resources	147	176	61	384
Biotechnology Research	113	134	35	282
Research Services	141	167		308
Station Operations	499	455		954
Carimagua Station	265	314		579
Data Services	181	269		450
Agroecological Studies	67	83		150
Seed Unit		521		521
Sub-Total	1,600	2,404	96	4,100
Total Research	5,747	7,020	1,792	14,559
International Cooperation:				
Training and Conferences	202	1,237	93	1,532
Communication and Information Support	758	611	99	1,468
Total International Cooperation	960	1,848	192	3,000
Administration:				
Board of Trustees	129	65		194
Director General	384	113		497
Directors	371	125		496
Administrative Support	1,041	361		1,402
Total Administration	1,925	664		2,589
General Operating Expenses:				
Physical Plant	1,104	366		1,470
Motor Pool	639	316		955
General Expenses	539	163		702
Total General Expenses	2,282	845		3,127
Total Operations	10,914	10,377	1,984	23,275

(Continued)

(Continued)

Capital:				
Construction	57	29	39	125
Equipment	636	44	205	885
Total Capital	693	73	244	1,010
Total	11,607	10,450	2,228	24,285

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Sources of Funds
(Expressed in thousands of US dollars)

Fuentes de Fondos
(Expresados en miles de dólares de Estados Unidos)

Core Operations **Operaciones Básicas**	Actual Real 1986
Government of Australia	440
Government of Canada	1,218
Government of China	30
European Economic Community	1,857
The Ford Foundation	148
Government of France	104
Government of the Federal Republic of Germany	626
Inter-American Development Bank	4,275
International Development Research Centre	114
Government of Italy	417
Government of Japan	1,758
Government of the Netherlands	329
Government of Norway	442
The Rockefeller Foundation	141
Government of Spain	30
Government of Sweden	207
Government of Switzerland	1,996
Government of the United Kingdom	675
United Nations Development Programme	342
Government of the United States of America	5,600
The World Bank	56
Subtotal	20,805
Income applied in the year Ingresos aplicados en el año	563
Deficit from previous year Déficit del año anterior	(33)
Total Core Operations Total Operaciones Básicas	21,335
Capital	
Goverment of Italy	28
The World Bank	694
Others	47
Total Capital	769

(Continued)

(Continued)

Extra Core and Cooperative Projects	
Proyectos Especiales y Colaborativos	
Government of Belgium	107
Canadian International Development Agency	103
Food and Agriculture Organization of the United Nations	14
The Ford Foundation	108
German Agency for Technical Cooperation Ltd.	23
Inter-American Development Bank	44
International Board for Plant Genetic Resources	116
International Development Research Centre	289
International Fertilizer Development Center	124
International Maize and Wheat Improvement Center	101
International Rice Research Institute	249
Government of Italy	104
Government of Japan	425
Mississippi State University (INTSORMIL)	44
Government of the Netherlands	44
The Rockefeller Foundation	98
Government of Switzerland	491
United Nations Development Programme	160
United States Agency for International Development	59
University of Illinois (INTSOY)	47
The World Bank	178
Other Donors	53
Total Extra Core and Cooperative Projects	
Total Proyectos Especiales y Colaborativos	2,981
Total Grants and Income	
Total Donaciones e Ingresos	25,085

Collaborative Projects with Research Institutions around the World

Non-national program institutions which collaborated with CIAT in the execution of selected research projects in 1986.
Instituciones diferentes a programas nacionales que colaboraron con el CIAT en la ejecución de ciertos proyectos de investigación en 1986.

Collaborating Institution Institución colaboradora	Project Proyecto	Funding Agency* Agencia patrocinadora*
Boyce Thompson Institute for Plant Research (BTI), USA.	Identification of cassava hornworm virus Identificación de virus del gusano cachón	
Colorado State University, Department of Botany and Plant Pathology, TCCP, USA.	General tissue-culture training and research within the USAID-funded Tissue Culture of Crops Projects (TCCP) Capacitación e investigación general sobre cultivo de tejidos en los Proyectos de Cultivo de Tejidos Vegetales patrocinados por la USAID	United States Agency for International Development (USAID) and Colorado State University
Colorado State University, Department of Botany and Plant Pathology, USA.	Rust of beans: pathogenic variation, disease resistance mechanisms Roya de frijol: variación patogénica, mecanismos de resistencia a enfermedades	
Colorado State University, Department of Botany and Plant Pathology, USA.	White mold of beans: disease avoidance and resistance mechanisms Moho blanco del frijol: mecanismos de protección y resistencia a la enfermedad	National Science Foundation
Cornell University, Department of Plant Breeding and Biometry, USA.	International flowering and adaptation bean nursery Vivero internacional de floración y adaptación de frijol	

* Where third-party funding is involved.
* Participación financiera de una tercera institución.

(Continued)
(Continúa)

(Continued)
(Continuación)

Collaborating Institution Institución colaboradora	Project Proyecto	Funding Agency* Agencia patrocinadora*
Cornell University, Geneva Research Station, Department of Plant Pathology. USA.	Soil-borne pathogens of beans Patógenos del frijol transportados por el suelo	
Cornell University, Department of Rural Sociology. USA.	Bean/Cowpea Research Support Project (CRSP) in Guatemala Proyecto de Apoyo en Investigación en Frijol Caupí en Guatemala	Agency for International Development (AID)
Eidgenossische Technische Hochschle (ETH). Switzerland.	Effect of P-K supply on nitrogen fixation by tropical forage legumes Efecto de oferta de P-K en la fijación de nitrógeno por leguminosas forrajeras tropicales	Swiss Development Cooperation (SDC)
Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux, Départment de Phytotechnologie Tropicale. Belgium.	Legume germplasm research Investigación en germoplasma de leguminosas	Administration Générale de la Coopération au Développement (AGCD)
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Agricultural Exchange Association (IAEA). Austria.	Breeding to increase nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris* Mejoramiento para aumentar la fijación de nitrógeno en *Phaseolus vulgaris*	
FAO and IAEA. Austria.	Improving pasture management by use of 15N Mejoramiento del manejo de pasturas con el uso de 15N	IAEA and FAO
International Fertilizer Development Center (IFDC). USA.	Oil-based inoculum on fertilizer granules and seed Rhizobium fertilizer granules Inóculo en aceite sobre gránulos de fertilizante y gránulos de fertilizante semilla rizobio	United Nations Development Programme (UNDP)
International Institute for Tropical Agriculture (IITA). Nigeria.	Exploration and evaluation of cassava mite predators Exploración y evaluación de los depredadores de ácaros de la yuca	IITA
Institut für Viruskrankheiten der Pflanzen (IVPB). West Germany.	Distribution and importance of viruses naturally infesting *Phaseolus vulgaris* and its relatives in Africa Distribución e importancia de los virus que infestan naturalmente al *Phaseolus vulgaris* y sus parientes en Africa	Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ)

* Where third-party funding is involved.
* Participación financiera de una tercera institución.

(Continued)
(Continúa)

(Continued)
(Continuación)

Collaborating Institution Institución colaboradora	Project Proyecto	Funding Agency* Agencia patrocinadora*
Istituto Nazionalle della Nutrizione (INN). Italy.	Research on antinutritional factors in common beans Investigación de los factores antinutricionales en el frijol común	Italian government
Louisiana State University. USA.	Use of proven and novel technologies for genetic improvement of warm-season forage legumes for low-cost, high-quality pasture systems Uso de tecnologías comprobadas o nuevas para el mejoramiento genético de forrajes de clima cálido para sistemas de pasturas de alta calidad y bajo costo	United States Department of Agriculture (USDA) and International Organization for Chemical Sciences in Development (IOCD)
Michigan State University, Department of Botany and Plant Pathology. USA.	Studies on the angular leaf spot pathogen of beans Estudios sobre el patógeno de la mancha angular de la hoja del frijol	UNDP
National Vegetable Research Station (NVRS). United Kingdom.	Pathogenic variation of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, the halo blight pathogen of *Phaseolus* beans Variación patogénica de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, patógeno del añublo del halo del frijol *Phaseolus*	Official Development Assistance (ODA)
NVRS. United Kingdom.	Third country quarantine of African beans Cuarentena en un tercer país de frijoles africanos	Canadian International Development Agency (CIDA), SDC, and USAID
Purdue University, Department of Entomology. USA.	New techniques for screening for bruchid resistance Nuevas técnicas para la preselección por resistencia a brúquidos	
Rothamsted Experimental Station, Soil Microbiology Department. United Kingdom.	Interaction between mineral rocks as fertilizers, mycorrhizae, and Rhizobium, and their effect on growth and quality of tropical pastures in soils of tropical America Interacción entre rocas minerales como fertilizantes, micorrizas y rizobio, y su efecto en el	European Economic Community (EEC)

* Where third-party funding is involved.
* Participación financiera de una tercera institución.

(Continued)
(Continúa)

(Continued)
(Continuación)

Collaborating Institution Institución colaboradora	Project Proyecto	Funding Agency* Agencia patrocinadora*
	crecimiento y calidad de las pasturas tropicales en suelos de América tropical	
Royal Botanic Gardens, United Kingdom	Identification of *Phaseolus* spp. Identificación de *Phaseolus* spp.	
Rutgers, the State University of New Jersey, International Agriculture and Food Program, USA	Agricultural technology development project (Panama) Proyecto de desarrollo de tecnología agrícola (Panamá)	USAID
Scottish Crop Research Institute (SCRI), United Kingdom.	Viral and virus-like diseases of cassava, particularly the relationship of these diseases between the Americas and Africa Enfermedades virales y aparentemente virales de la yuca, especialmente la relación de estas enfermedades entre las Américas y Africa	ODA
Technical University of Munich, Institute for Plant Production and Breeding, West Germany.	Pure lines and mixtures of varieties of *Phaseolus vulgaris*: competition and disease control Líneas puras y mezclas de variedades de *Phaseolus vulgaris*: competencia y control de enfermedades	BMZ and Deutsche Gesellschaft für Technische Zussammenarbeit (GTZ)
Tropical Development and Research Institute (TDRI), Plant Food Commodities Department, United Kingdom.	Biochemical resistance to storage insects of *Phaseolus vulgaris* Resistencia bioquímica a insectos de almacenamiento de *Phaseolus vulgaris*	ODA
TDRI, Plant Food Commodities Department, United Kingdom.	Changes during drying and storage of cassava chips Cambios durante el secado y almacenamiento de trozos de yuca	ODA
United States Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service, USA.	Insect identification (cassava) Identificación de insectos (yuca)	
USDA, Beltsville Agricultural Research Center, USA.	Rust of beans: pathogenic variation, disease resistance mechanisms Roya del frijol: variación patogénica, mecanismos de resistencia a la enfermedad	

* Where third-party funding is involved.
* Participación financiera de una tercera institución.

(Continued)
(Continúa)

(Continued)
(Continuación)

Collaborating Institution Institución colaboradora	Project Proyecto	Funding Agency* Agencia patrocinadora*
USDA, Beltsville Agricultural Research Center. USA.	Uptake of hydrogenase in strains of *Rhizobium phaseoli* Absorción de hidrogenasa en cepas de *Rhizobium phaseoli*	
USDA, Regional Plant Introduction Station. USA.	Plant quarantine and seed multiplication in beans Cuarentena de plantas y multiplicación de semillas de frijol	
USDA, Regional Plant Introduction Station. USA.	Virus levels in bean seed Niveles de virus en semilla de frijol	
University of California at Berkeley, Division of Biological Control. USA.	Biological control of mites and mealybugs Control biológico de ácaros y piojos harinosos	International Fund for Agricultural Development (IFAD)
University of Colorado. USA.	Traditional processing of cassava by Vaupés Indians (Colombia) Procesamiento tradicional de yuca por los indios del Vaupés (Colombia)	University of Colorado
University of Durham United Kingdom.	Evaluation of biochemical basis for resistance to *Zabrotes* and *Acanthoscelides* in *Phaseolus vulgaris* Evaluación de la base bioquímica de resistencia a Zabrotes y Acantocélidos en *Phaseolus vulgaris*	ODA
University of Florida, Department of Agricultural Engineering. USA.	Development of a complete simulation model of bean growth and development Desarrollo de un modelo completo de simulación del crecimiento y desarrollo del frijol	USAID
University of Florida, Department of Entomology. USA.	Taxonomy and methods of control for slugs Taxonomía y métodos de control de las babosas	
University of Goettingen, Institute for Grassland Research and Institute for Plant Production and Breeding. West Germany.	Evaluation and suitability of *Stylosanthes scabra* as fodder plant Evaluación y aptitud de *Stylosanthes scabra* como planta forrajera	BMZ and GTZ

* Where third-party funding is involved.
* Participación financiera de una tercera institución.

(Continued)
(Continúa)

(Continued)
(Continuación)

Collaborating Institution Institución colaboradora	Project Proyecto	Funding Agency* Agencia patrocinadora*
University of Goettingen, Institute for Tropical Plant Production. West Germany.	Practical utilization of mycorrhizal fungi in nutrition of tropical plants, with emphasis on cassava Utilización práctica de hongos de micorrizas en la nutrición de plantas tropicales con énfasis en la yuca	BMZ and GTZ
University of Hawaii, Department of Agronomy and Soil Science, NiFTAL. USA.	Rhizobium strain interchange, consultation on training methods in BNF and collaboration in training course through the UNDP BNF Project Intercambio de cepas de rizobio, consulta sobre métodos de capacitación en FBN y colaboración en curso de capacitación a través del Proyecto PNUD FBN	UNDP
University of Manitoba, Department of Plant Science. Canada.	Genotyping (Electrophoresis) of CIAT commodities Genotipia (electroforesis) de cultivos del CIAT	International Development Research Centre (IDRC)
University of Massachusetts, Department of Entomology. USA.	Biological control of the cassava mealybug Control biológico del piojo harinoso de la yuca	
University of Minnesota, Department of Soil Science. USA.	Study of Preliminary Trials (FP) Nurseries Estudios de Viveros de Ensayos Preliminares (FP)	
University of Munich, Institut für Wirtschafts-und Sozialwissenchafte, Department of Freising-Weihenstephen. West Germany.	Social benefits and costs of rice research in Brazil Beneficios sociales y costos de la investigación de arroz en Brasil	BMZ
University of Nebraska, Department of Horticulture. USA.	Bean germplasm exchange for herbicide tolerance studies Intercambio de germoplasma de frijol para estudios de tolerancia a herbicidas	
University of Nebraska, Department of Plant Pathology. USA.	Rust of beans: pathogenic variation and disease resistance mechanisms Roya de frijol: variación patogénica y mecanismos de resistencia a enfermedades	

* Where third-party funding is involved.
* Participación financiera de una tercera institución.

(Continued)
(Continúa)

(Continued)
(Continuación)

Collaborating Institution Institución colaboradora	Project Proyecto	Funding Agency* Agencia patrocinadora*
University of Wageningen, Institute for Horticulture and Plant Breeding. Netherlands.	Development of BCMV multiple strain resistant germplasm in *Phaseolus vulgaris* Desarrollo de germoplasma con resistencia múltiple a cepas del VMCF en *Phaseolus vulgaris*	Institute for Plant Protection (IPO)
University of Wisconsin, Department of Horticulture. USA.	Biochemical basis for resistance to bruchids Base bioquímica de la resistencia a los brúquidos	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
University of Wisconsin, Department of Horticulture. USA.	Breeding beans for improved BNF Mejoramiento de frijol para FBN mejorada	
University of Wisconsin, Department of Horticulture. USA.	Interspecific hybridization in *Phaseolus* spp. through embryo culture Hibridación interespecífica en *Phaseolus* spp. a través del cultivo de embriones	AID
Washington State University, Irrigation and Agricultural Research Extension Center. USA.	Snap beans: breeding disease-resistant beans for Tanzania Habichuelas: mejoramiento de su resistencia a enfermedades para Tanzania	USAID

* Where third-party funding is involved
* Participación financiera de una tercera institución.

CIAT Publications in 1986

Publicaciones del CIAT en 1986

Reports

Informes

CIAT Report/Informe CIAT 1986

Bean Program Annual Report 1985

Programa de Frijol Informe Anual 1985

Tropical Pastures Program Annual Report 1985

Programa de Pastos Tropicales Informe Anual 1985

1987 Program and Budget

Conference and workshop proceedings

Memorias de conferencias y reuniones de trabajo

Cassava in Asia, its Potential and Research Development Needs

Root and Tuber Crops Propagation

Taller sobre la Red Cooperativa de Investigación de Arroz en el Caribe

Workshop on the Caribbean Cooperative Rice Research Network

Desarrollo y Proyección del Sector de Semillas en América Latina y el Caribe (julio 1983)

Vínculos de Comunicación entre Programas Nacionales y Centros Internacionales de Investigación Agrícola

Technicals manuals, catalogues

Manuales técnicos, catálogos

Evaluación de Pasturas con Animales. Alternativas Metodológicas

Etapas de Desarrollo de la Planta de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.)

Catálogo de Cepas de Rizobios para Leguminosas Forrajeras Tropicales/Catalogue of Rhizobium Strains for Tropical Forage Legumes (4a. Edición/4th Edition)

Technical bulletins

Boletines técnicos

Pasturas tropicales boletín (Vol. 8 Nos. 1, 2, 3)

Newsletters

Boletines periódicos

Hojas de Frijol para América Latina (Vol. 8 Nos. 1, 2, 3)

Arroz para América Latina (Vol. 7 No. 1)

Cassava Newsletter (Vol. 10 Nos. 1, 2)

Yuca boletín informativo (Vol. 10 Nos. 1, 2)

Semillas para América Latina (Vol. 5 Nos. 3, 4)

CIAT International (Vol. 5 Nos. 1, 2, 3)

CIAT Internacional (Vol. 5 Nos. 1, 2, 3)

ARCOS (monthly newsletter for internal distribution) Nos. 94-101

ARCOS Noticias (weekly news sheet) 55 issues

Working documents

Documentos de trabajo

Organización Campesina para el Secado de Yuca

Diagnóstico de la Producción de Frijol en la Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca, Perú, 1985

Los Suelos del CIAT

Análisis de Precios de Productos e Insumos Ganaderos, 1985

Manual Práctico para la Detección Electroforética

Information Services publications

Publicaciones de los Servicios de Información

Abstracts on Cassava (Vol. 12 Nos. 1, 2, 3)

Resúmenes Analíticos sobre Yuca (Vol. 12 Nos. 1, 2, 3)

Abstracts on Field Beans (Vol. 11 Nos. 1, 2, 3)

Resúmenes Analíticos sobre Frijol (Vol. 11 Nos. 1, 2, 3)

Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Vol. 8 Nos. 1, 2, 3)

Bibliography on Bean Research in Africa, 1986 Supplement

Cassava in Asia, a Bibliography

Fact sheet (ficha técnica): Plagas del Frijol Almacenado

Training materials

Materiales de capacitación

Audiotutorial units

Unidades audiotutoriales

Manejo de la fertilización fosfatada de pastos tropicales en suelos ácidos de América Latina

Mejoramiento del frijol por introducción y selección

Stages of development of the common bean plant

Bean production systems in Africa

Principles of intercropping with beans

The cultivated species of *Phaseolus*

Nutritional disorders of the cassava plant

The biology and control of purple nutsedge

The morphology of the common bean plant

Etapes du développement de la plante du haricot commun

Morphologie de la plante du haricot commun

Les systèmes de production de haricots en Afrique

Les principes de la culture intercalaire avec les haricots

Principales maladies du haricot en Afrique

Espèces cultivées du genre *Phaseolus*

Publications by CIAT Staff during 1986

Publicaciones por Personal del CIAT en 1986

For a complete listing of all papers presented at seminars, reports, and articles published in CIAT's publications, see the "Bibliography of the Research Papers Published by CIAT and Its Scientific Personnel." Also see this report, "CIAT Publications in 1986" "Publicaciones del CIAT en 1986."

El listado completo de los documentos presentados en seminarios, informes y artículos publicados en las publicaciones del CIAT se encuentra en la "Bibliografía de Trabajos Publicados por el CIAT y su Personal Científico". Véase también en este informe "CIAT Publications in 1986" "Publicaciones del CIAT en 1986".

ADAMS, M. W.; COYNE, D. P.; DAVIS, J. H. C.; GRAHAM, P. H.; FRANCIS, C. A. 1985. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Summerfield, R. J. and Roberts, E. H. (eds.). Grain legume crops. Collins Professional and Technical Books, London, England. p. 433-476.

AMAYA, S. (ed.). 1986. Vínculos de comunicación entre programas nacionales y centros internacionales de investigación agrícola. Memorias del seminario. Cali, Colombia, 1986. CIAT-CIP-CIMMYT. 128 p.

ANGULO, N. F. and DAVIS, J. H. C. 1985. Frijolica 0-3.2 nueva variedad de frijol de enredadera para clima frío. ICA, Sección de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. Cali, Colombia. Plegable de Divulgación no. 193.

ANZOLA, S. M. C. 1986. Thesaurus on seed science and technology. Quarterly Bulletin of the International Association of Agricultural Libraries and Documentalists (IAALD) 31(2):79-86.

ANZOLA, S. M. C.; LEATHERDALE, D.; YOUNGBERG, H. 1986. Thesaurus on seed science and technology: preliminary version. CIAT, Cali, Colombia. 236 p.

ARENAS, J. A.; MEDINA CH., L. E.; GONZALEZ, J. 1985. Empleo del complejo simbiótico *Azolla-Anabaena* como aportador de nitrógeno en arrozales. Acta Agronómica 35(4):35-47.

ARIAS, V. B. y BELLOTTI, A. C. 1984. Pérdidas en rendimiento (daño simulado) causadas por *Erinnys ello* (L.) y niveles críticos de población en diferentes etapas de desarrollo en tres clones de yuca. Revista Colombiana de Entomología 10(3/4): 28-35.

ARREGOCES, O. 1986. Componentes del rendimiento en arroz. Auxiliar didáctico no. 001. Contenido científico basado en el módulo 'Yield Components' del IRRI (International Rice Research Institute), Manila, Philippines. CIAT, Cali, Colombia. 20 p.

ASHBY, J. A. 1985. The social ecology of soil erosion in a Colombian farming system. Rural Sociology 50(3):377-396.

BASCUR, B. G.; OLIVA, M. A.; LAING, D. 1985. Termometría infrarroja en selección de genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a la sequía. I. Bases fisiológicas. Turrialba 35(1):43-47.

BEST, R. 1986. La agroindustria de la yuca en Colombia. In: Agroindustria 2000. Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca, Cali, Colombia. p. 141-143.

BEST, R. y OSPINA, V. B. (comps.). 1986. Proyecto cooperativo DRI-CIAT. El desarrollo agroindustrial del cultivo de la yuca en la Costa Atlántica de Colombia. Cuarto Informe. Julio 84-Junio 85. Cali, Colombia. DRI-CIAT. vol. 1, 42 p.; vol. 2, 93 p.

BOHNERT, E.; LASCANO, C.; WENIGER, J. H. 1986. Botanical and chemical composition of the diet selected by fistulated steers under grazing on improved grass-legume pasture in the tropical savannas of Colombia, 2: chemical composition of forage available and selected. Zeitschrift für Tierzuechtung und Zuechtungsbiologie 103(1):69-79.

CACERES, O. S. R. y MORALES, F. J. 1985. Incorporación de genes de resistencia dominante y recesiva a cepas del virus del mosaico común en dos variedades comerciales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Acta Agronómica 35(4):7-20.

CAICEDO, D. C. C. y VERA, R. R. 1986. Efecto de la carga sobre la productividad de diferentes clases de animales en la asociación *Andropogon gayanus*, *Melinis minutiflora* y *Stylosanthes capitata*. Acta Agronómica 36(1):84-97.

CAJAS, G. S.; TERGAS, L. E.; VERA, R. R. 1985. Efecto de la carga en el crecimiento y aparición de celos en novillas de levante en pastos *Brachiaria humidicola*, *Melinis minutiflora* y *Desmodium ovalifolium*. Acta Agronómica 35(2):102-117.

CARTER, S. E. 1986. Collecting and organizing data on the agro-socioeconomic environment of the cassava crop: case study of a method. In: Bunting, A. H. (ed.). Agricultural environments: characterization, classification and mapping. CAB (Commonwealth Agricultural Bureaux), London, England.*

CASTAÑO, Z. J. 1985. Microorganismos asociados con el manchado del grano y el efecto de éste sobre algunas etapas de desarrollo de la planta de arroz. Fitopatología Colombiana 11(2):21-25.

CHAVARRO, C. A.; LOPEZ, G. C. A.; LENNE, J. M. 1985. Características y patogenicidad de *Corynebacterium flaccumfaciens* (Hedges) Dows agente causal del marchitamiento bacteriano de *Zornia* spp. y su efecto en el rendimiento de *Z. glabra* CIAT 7847 y *Phaseolus vulgaris*. Acta Agronómica 35(2):64-79.

CIAT. 1986. Bibliography on bean research in Africa: supplement 1986. Communications and Information Support Unit, CIAT, Cali, Colombia. 190 p.

CLARK, E. A. and FRANCIS, C. A. 1985. Bean-maize intercrops: a comparison of bush and climbing bean growth habits. Field Crops Research 10(2):151-166.

COCHRANE, T. T.; de AZEVEDO, L. G.; THOMAS, D.; MADEIRA-NETTO, J.; ADAMOLI, J.; VERDESIO, J. J. 1985. Land use and productive potential of American savannas. In: Tothill, J. C. and Mott, J. C. (eds.). International savanna symposium, 1984, CSIRO, Queensland, Australia. Australian Academy of Science, Canberra, Australia. p. 114-124.

COCK, J. H. (ed.). 1986. Global workshop on root and tuber crops propagation: proceedings of a regional workshop held in Cali, Colombia, 1983. (Under the auspices of CIP-IITA-UNDP-CIAT.) CIAT, Cali, Colombia. 235 p.

CORREA, W. 1986. Investigación agrícola internacional: Colaboración a escala global. Revista Rotaria (May/Jun):20-23.

CORREA, W. 1986. Seeds of promise. The Rotarian (Jul):12-15.

COUTO, W.; LEITE, G. G.; KORNELIUS, E. 1985. The residual effect of P and lime on the performance of four tropical grasses in a high P-fixing Oxisol. Agronomy Journal 77(4):539-542.

CUEVAS, F. (ed.). 1986. Taller sobre la red cooperativa de investigación de arroz en el Caribe. Memorias de la reunión efectuada en Santo Domingo, República Dominicana. 1984. CIAT-ISA-SEA-CEPAL. CIAT, Cali, Colombia. 137 p.

DAVILA, S. 1986. Beneficio de semillas. Peske, T.; Aguirre, R. (eds.). CIAT, Cali, Colombia. 167 p.

* Page numbers not available at present. However, manuscript has been confirmed for publication.

DAVIS, J. H. C.; TAYLOR, J.; TEVERSON, D. 1986. Inheritance studies on resistance to halo blight. Bean Improvement Cooperative Annual Report 29:91-92.

DAVIS, J. H. C.; WOOLLEY, J. N.; MORENO, R. 1986. Multiple cropping with legumes and starchy roots. In: Francis, C. A. (ed.). Multiple cropping systems. Macmillan Publishing Co., New York, NY, USA. p. 133-160.

DEBOUCK, D. G. 1986. Primary diversification of *Phaseolus* in the Americas: three centres? FAO IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter 67:2-8.

DESSERT, K. 1986. Compatibility of on-farm evaluation of bean cooking time in Rwanda with bar drop cooking time index. Bean Improvement Cooperative Annual Report 29:122-123.

DESSERT, K. 1986. Environment influence study on cooking time and total protein content of ten *Phaseolus vulgaris* varieties in Rwanda, Africa. Bean Improvement Cooperative Annual Report 29:123-124.

de WEST, M. V. (comp.). 1986. Cassava research in Africa: a bibliography. CIAT, Cali, Colombia. 365 p.

DIAZ, M. F. y LAING, D. 1984. Efecto de la fertilización foliar en el rendimiento y en el contenido de carbohidratos, nitrógeno, fósforo y potasio en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Agronomia Tropical 34(1-3):167-187.

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H.; HERNANDEZ, A. del P. 1985. Stomatal response to air humidity and its relation to stomatal density in a wide range of warm climate species. Photosynthesis Research 7:137-149.

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H. 1986. The humidity factor in stomatal control and its effect on crop productiviy. In: Marcelle, R.; Clijsters, H.; van Poucke, M. (eds.). Biological control of photosynthesis: proceedings of a conference, Deipenbeek, Belgium, 1985. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Netherlands. p. 187-198.

FERGUSON, J. E. 1985. An overview of the release process for new cultivars of tropical forages. Seed Science and Technology 13:741-757.

FERGUSON, J. E.; SERE, C.; VERA, R. R. 1985. The release process and initial adoption of *Andropogon gayanus* in tropical Latin America. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 222-223.

FERNANDEZ de C., F.; GEPTS, P.; LOPEZ, M. 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT, Cali, Colombia. 34 p.

FRANCO, T. L. 1986. Insectos del frijol almacenado y su control. (Ficha técnica). CIAT, Cali, Colombia. 4 p.

FROST, J.; CARMONA, P.; ZEIGLER, R.; PULVER, E. 1986. Identificación de *Pseudomonas fuscovaginae* en Brasil y su posible influencia sobre el manchado de grano. In: 15th Reuniao da Cultura do Arroz Irrigado, Porto Alegre, Brasil, 1986. Anais. EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). p. 331-336.

GARAY, A. 1986. Oportunidades de fortalecimiento del sector semillero en Bolivia. In: 4a. Mesa Redonda Nacional. Memoria. Yakinba, Bolivia, 1986. p. 24-29.

GARCIA, D. A. y FERGUSON, J. E. 1986. Cosecha y beneficio de la semilla de *Andropogon gayanus*. Información Express: Pastos y Forrajes 10 no. 1(43):28-29.

GARGIULO, C. A. y PACHICO D. 1986. Análisis descriptivo del sector porotero del Noroeste Argentino. Tucumán, Argentina. EEDAC. Publicación Miscelánea no. 80. 54 p.

GOMEZ, G. and VALDIVIESO, M. 1985. Effects of drying temperature and loading rates on cyanide elimination from cassava whole-root chips. Journal of Food Technology 20:375-382.

GOMEZ, G. and NOMA, A. T. 1986. The amino acid composition of cassava leaves, foliage, root tissues and whole-root chips. Nutritional Reports International 33(4):595-601.

GRAF, W. and DESSERT, K. 1986. Le haricot au Rwanda: L'approche pour l'intensification de sa production et sa consommation. Revue DIALOGUE 117 (Juillet-Aout):79-86.

GROF, B. 1986. Forage potential of some *Centrosema* species in the Llanos Orientales of Colombia. Tropical Grasslands 20(3):107-111.

GROF, B. 1986. Performance of associations of *Desmodium canum Brachiaria* spp. in the Oxisol savannas of Colombia. Tropical Agriculture (Trinidad) 63(4):331-332.

GROF, B. 1986. Selection of components of a synthetic variety of *Andropogon gayanus*. Journal of Agricultural Science 106:629-633.

GUZMAN, S. 1986. Productividad de pasturas asociadas en sabanas. Revista del Campo 31:12-15.

HALLMAN, G. J. 1985. Las plagas como factores limitantes en la producción de frijol. CEIBA 26(1):115-121.

HALLMAN, G. J. 1985. Los crisomélidos como plagas del frijol. CEIBA 26(1):122-126.

HALLMAN, G. J., BEEBE, S.; SALGUERO, V. 1985. Resistencia a *Apion godmani* Wagner y muestreo en viveros de frijol. CEIBA 26(1):164-171.

HALLMAN, G. J. y GARCIA, J. 1985. *Empoasca* spp. como plaga del frijol. CEIBA 26(1):127-139.

HALLMAN, G. J.; MORALES, C. G.; HOLLANDS, J. M. J.; OREJ, A. 1986. Infestación por el chinche verde de frijol *Acrosternum marginatum* (Palisot de Beauvois) sobre rendimientos de *Phaseolus vulgaris* L.: su efecto. Turrialba 36:21-24.

HARRIS, S. C. and PIÑA, Jr., M. 1986. Communication and information strategies for agricultural technology exchange with researchers in the tropics. In: Keenan, S. and Smith, E. V. (eds.) Information, communication and technology. North-Holland, Amsterdam, Netherlands.*

HAYASHI, H. and TERGAS, L. E. 1985. The effects of burning and grazing on the population dynamics of the native savanna of Colombia. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 558-560.

HERNANDEZ, J. M.; LABERRY, R.; LOZANO, J. C. 1986. Observations on the effect of inoculating cassava (*Manihot esculenta*) plantlets with fluorescent Pseudomonas. Journal of Phytopathology 117(1):17-25.

HERNANDEZ, M. del P. y BELLOTTI, A. C. 1984. Ciclos de vida y hábitos de *Haplogonatopus hernandezae* Olmi (Hymenoptera: Dryinidae) controlador natural del saltahojas del arroz *Sogatodes orizicola* (Muir). Revista Colombiana de Entomología 10(3 y 4):3-8.

HERNANDEZ, R. J. C.; VERA, G. J.; van SCHOONHOVEN, A.; CARDONA, M. C. 1984. Efecto de la asociación maíz-frijol sobre poblaciones de insectos plagas, con énfasis en *Empoasca kraemeri* Ross and Moore. Agrociencia 57:25-35.

HOLGUIN, P.; COLLAZOS, R.; COCK, J. H. 1985. Fotosíntesis y otros parámetros fisiológicos en plantas de yuca *Manihot esculenta* Crantz infectados con virus. Acta Agronómica 35(3):27-38.

HOLGUIN, A. G.; LOPEZ, G. D. L.; DAVIS, J. H. C. 1985. Selección simultánea para rendimiento en maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en generaciones segregantes F_5. Acta Agronómica 36(2):7-19.

HOWELER, R. H. 1985. Potassium nutrition of cassava. In: Potassium in agriculture. American Society of Agriculture, Madison, WI, USA. p. 819-841.

HOWELER, R. H. y GUZMAN, S. 1985. Prácticas de conservación de suelos en explotaciones agropecuarias en ladera. En: 3o. Congreso Colombiano de Ciencias Hidrográficas. Cali, Colombia. 1985. Memorias. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC, Cali, Colombia. p. 207-238.

HOWELER, R. H.; CALLE, F.; SALAZAR, E. 1986. El cultivo de yuca para la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. Revista SIALL (Sociedad de Ingenieros Agrónomos del Llano) 3(1):20 21.

HUSSAIN, A.; BUSHUK, W.; RAMIREZ, H.; ROCA, W. M. 1985. Identification of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties by isozyme electrophoregrams. Publication no. 716. University of Manitoba, Department of Plant Science, Winnipeg, Canada. 20 p.

* Page numbers not available at present. However, manuscript has been confirmed for publication.

HUSSAIN, A., BUSHUK, W.; RAMIREZ, H.; ROCA, W. M. 1986. Field bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar identification by electrophoregrams of cotyledons storage proteins. Euphytica 35(3):729-732.

HUSSAIN, A.; BUSHUK, W.; RAMIREZ, H.; ROCA, W. M. 1986. Identification of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivars by electrophoretic patterns of isozymes. Seed Science Technology.*

HUSSAIN, A.; BUSHUK, W. RAMIREZ, H.; ROCA, W. M. 1986. Identification of cultivars of the forage legume *Desmodium ovalifolium* Guill et Perr. by their electrophoretic patterns. Canadian Journal of Plant Science.*

INTERNATIONAL RICE CONFERENCE FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN (6th, 1985, Cali, Colombia). 1986. Report. CIAT-IRRI, Cali, Colombia. 151 p.

JANSSEN, W. G. and WHEATLEY, C. C. 1985. Urban cassava markets: the impact of fresh root storage. Food Policy 10(3):265-277.

JANSSEN, W. G. 1986. Market impact on cassava's development potential in the Atlantic coast region of Colombia. Ph.D. dissertation presented to the Agricultural University, Wageningen, Netherlands. CIAT, Cali, Colombia. 357 p.

JENNINGS, D. L. and HERSHEY, C. H. 1985. Cassava breeding: a decade of progress from international programmes. In: Russel, G. E. (ed.). Progress in plant breeding. Butterworths, London, England. p. 89-116.

JONES, P. G. 1986. Current availability and deficiencies in data relevant to agroecological studies in the geographic area covered by IARCS. In: Bunting, A. H. (ed.). Agricultural environments: characterization, classification and mapping. CAB (Commonwealth Agricultural Bureaux), London, England. (In press.)

JONES, P. G. and GARRITY, D. P. 1986. Toward a classification system for upland rice growing environments. In: Progress in upland rice research: proceedings, Jakarta, Indonesia, 1985. IRRI (International Rice Research Institute), Manila, Philippines. p. 107-116.

KIPE-NOLT, J. A.; AVALAKKI, U. K.; DART, P. J. 1985. Root exudation of sorghum and utilization of exudates by nitrogen-fixing bacteria. Soil Biology and Biochemistry 17(6):859-863

KITAJIMA, E. W.; NASSER, L. C. B.; GROF, B. 1986. Superbortamento em *Centrosema brasilianum* associado a organismo do tipo micoplasma, no Distrito Federal. Fitopatologia Brasileira 11:355.

KORNEGAY, J. L. 1985. Studies on the mechanisms of resistance to the leafhopper *Empoasca kraemeri* in common beans and their use in a resistance breeding program. Ph.D. dissertation. Cornell University, Ithaca, NY, USA.

KORNEGAY, J. L.; CARDONA, C.; van SCHOONHOVEN, A. 1986. The mechanisms of resistance in common beans to the leafhopper *Empoasca kraemeri*. Entomologia Experimentalis et Applicata 40(3):273-279.

KORNEGAY, J. L. and TEMPLE, S.R. 1986. Inheritance and combining ability of leafhopper defense mechanisms in common beans. Crop Science 26:1153-1158.

LASCANO, C. 1985. Dinámica de la digestión de rumiantes: un marco de referencia. En: Reunión Técnica sobre Manejo de Pasturas Cultivadas y Suplementación para Producción Lechera. Rafaela, Argentina, 1985. Diálogo X. Montevideo, Uruguay. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur IICA-BID-PROCISUR. p. 187-214.

LASCANO, C.; HOYOS, P.; SCHULTZE-KRAFT, R.; AMEZQUITA, M. C. 1985. The effect of previous experience of animals on subsequent preference in a palatability grazing trial. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 166-167.

LASCANO, C. y PIZARRO, E. (eds.). 1986. Evaluación de pasturas con animales: alternativas metodólogicas. Memorias de una reunión de trabajo. Lima, Perú, 1984. CIAT, Cali, Colombia, 1986. 290 p.

* Page numbers not available at present. However, manuscript has been confirmed for publication.

LASCANO, C. and SPAIN, J. M. 1986. Animal nutrition on rangelands of the tropical American savannas. In: Kalmbacher, R. S.; Coleman, S. S.; Lewis, C. F.; Tanner, G. W. (comps.). Tropical American lowland range symposium: proceedings, Kissimmee, Florida, 1986. Society for Range Management, Denver, CO, USA. p. 21-28.

LEIHNER, D. E. 1985. Integrierte maniok erzeugung und verarbeitung in Kolombien. Entwicklung Landlicher Raum 19(6):20-22.

LENNE, J. M. 1985. Recent advances in the understanding of anthracnose of *Stylosanthes* in tropical America. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 773-775.

LENNE, J. M.; PIZARRO, E. A.; TOLEDO, J. M. 1985. Importance of diseases as constraints to pasture legume adaptation in the tropical American lowlands. In: proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 810-812.

LENNE, J. M.; VARGAS, A.; TORRES, C. 1985. Damaging fungal diseases of promising pasture legumes in the tropical American lowlands. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 807-809.

LEON, L. A.; LOPEZ, A. S.; VLEK, P. L. G. 1985. Micronutrient problems in tropical Latin America. In: Vlek, P.L.G. (ed.). Micronutrients in tropical food crop production. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, Dordrech, Netherlands. p. 95-130.

LEON, L. A.; FENSTER, W. E.; HAMMOND, L. L. 1986. Agronomic potential of eleven phosphate rocks from Brazil, Colombia, Peru, and Venezuela. Soil Science Society of America Journal 50(3):798-802.

LEON, L. A.; MENDEZ, H.; QUIROS, C. A.; RESTREPO, L. G. 1986. Evaluación de fuentes y dosis de fósforo en la producción de papa (*Solanum tuberosum*) en suelos del departamento de Nariño. Suelos Ecuatoriales.*

LEON, L. A.; RESTREPO, L. G.; MENDEZ, H.; QUIROS, C. A. 1986. Evaluación de fertilizantes fosfatados para una asociación maíz (*Zea mays*)/ frijol (*Phaseolus vulgaris*) en andosoles del sur del departamento de Nariño. Suelos Ecuatoriales.*

LOZANO, J. C. 1986. Cassava bacterial blight: a manageable disease. Plant Disease 70(12):1089-1093.

LOZANO, J. C. and NOLT, B. L. 1986. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). In: Plant quarantine, 2: problems, solutions and special topics. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, USA.*

LUDLOW M. M.; FISHER, M. M.; WILSON, J. R. 1985. Stomatal adjustment to water deficits in three tropical grasses and a tropical legume grown in controlled conditions and in the field. Australian Journal of Plant Physiology 12(2):131-149.

LYMAN, J. M.; BAUDOIN, J. P.; HIDALGO, R. 1985. Lima bean (*Phaseolus vulgaris* L.) In: Summerfield, R. J. and Roberts, E. H. (eds.). Grain legume crops. Collins Professional and Technical Books, London, England. p. 477-519.

LYNAM, J. K.; SANDERS, J. H.; MASON, S. C. 1986. Economics and risk in multiple cropping. In: Francis, C. H. (ed.). Multiple cropping systems. Macmillan Publishing Co., NY, USA. p. 250-266.

MARTIN, P. C. A. y BELLOTTI, A. C. 1986. Biología y comportamiento de *Polystes erythrocephalus* Ltr. (Hymenoptera: Vespidae), predador del gusano cachón de la yuca *Erinnys ello* L. (Lepidoptera: Sphingidae). Acta Agronómica 36(1):63-76.

MARTINEZ, C. P. 1986. Metodología para la evaluación de la calidad del arroz. Revista SIALL (Sociedad de Ingenieros Agrónomos del Llano) 3(1):10-13.

MARTINEZ, C. P.; ESPINOSA, E.; JONAS, P.; JAEN, A.; GUTIERREZ, H.; LEZCANO, S.; GAONA, J. 1986. Proyecto colaborativo de mejoramiento de arroz. Informe de progreso 1985-1986. Panamá. IDIAP-FAUP-CIAT. 75 p.

MASAYA, P. N.; WALLACE, D. H.; WHITE, J. W. 1986. Genetic control of flowering behavior of tropical adapted bean cultivars under two subtropical temperature regimes. Bean Improvement Cooperative Annual Report 29:54-55.

* Page numbers not available at present. However, manuscript has been confirmed for publication

MASAYA, P. N. and WHITE, J. W. 1986. Effects of short days on stem elongation in some indeterminate dry bean cultivars adapted to the tropics. Bean Improvement Cooperative Annual Report 29:1-3.

MASON, S. C.; LEIHNER, D. E.; VORST, J. J. 1986. Cassava-cowpea and cassava-peanut intercropping. III: nutrient concentrations and removal. Agronomy Journal 78(3):441-444.

MEIJER, E. G. and SZABADOS, L. 1986. In vitro culture of *Stylosanthes*. In: Bajaj, Y. P. S. (ed.). Biotechnology in agriculture and forestry. Springer Verlag, Berlin, West Germany.*

MEJIA, M. y VERA, R. R. (comps.). 1986. Sistemas de producción de ganado en América Tropical: Bibliografía. CIAT, Cali, Colombia. 114 p.

MENDEZ, S. H.; ORTIZ, L. J. C.; HALLMAN, G. 1984. Efecto del ataque de *Empoasca kraemeri* Ross and Moore (Homoptera: Cicadellidae) sobre el rendimiento en dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en cuatro etapas de desarrollo. Acta Agronómica 34(3):48-57.

MILES, J. W. 1986. Effect of establishment method on field performance of *Stylosanthes guianensis* lines. Australian Journal of Experimental Agriculture 26:325-329.

MOLINA, D. E. J.; OSORIO de la CRUZ, H.; GUZMAN, P. S. 1985. Evaluación nutritiva y productiva de Hatico (*Ixophorus unisetus*) y Pangola (*Digitaria decumbens*) en el Valle del Cauca. Acta Agronómica 35(2):80-101.

MORALES, F. J. and NIESSEN, A. I. 1985. Rice hoja blanca virus. AAB (Association of Applied Biologists). Descriptions of Plant Viruses 299:4.

MORALES, F. J. 1986. Transmisión de virus de plantas por insectos. Miscelánea 2:3-22.

MORALES, F. J. 1986. Virus diseases of beans in the tropics. Review of Tropical Plant Pathology vol. 2.

MORALES, F. J. and CASTAÑO, M. 1987. Seed transmission characteristics of selected bean common mosaic virus strains in differential bean varieties. Plant Disease 71(1):51-53.

MORENO, R. A. (ed.). 1980. Reunión de consulta sobre localización de sistemas de producción de cultivos en Centroamérica. Trabajos presentados. Turrialba, Costa Rica, 1979. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Informe Técnico no. 1. Turrialba, Costa Rica. 314 p.

MUÑOZ, A. G. 1986. Clave para identificar las variedades de arroz CICA 8, CR 201, Metica 1, Oryzica 1, IR 22, CICA 7, CICA 9, Oryzica 2. En: Taller de Pureza Varietal de Arroz. Memoria. México, 1984. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Publicación especial no. 7. México. p. 139-145.

MUÑOZ, A. G. 1986. Cómo manejar un ensayo de descripción varietal. En: Taller de Pureza Varietal de Arroz. Memoria. México, 1984. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Publicación especial no. 7. México. p. 173-176.

MUÑOZ, A. G. 1986. Descripción varietal de las variedades CICA 8 (4440), CICA 9, Metica 1 (5006), Oryzica 1 (5738), IR 22, Oryzica 2 (11643), CR 201 y de las líneas 11972. En: Taller de Pureza Varietal de Arroz. Memoria. México, 1984. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Publicación especial no. 7. México. p. 51-138.

MUÑOZ, J. E. 1986. Manual estadístico para la experimentación en arroz. CIAT, Cali, Colombia. 86 p.

MURILLO, J. I. and ROSERO, M. J. 1986. Research and production of upland rice in Costa Rica. In: Progress in upland rice research: proceedings, Jakarta, Indonesia, 1985. IRRI (International Rice Research Institute), Manila, Philippines. p. 538-546

NGHIEP, L. T. and LYNAM, J. K. 1985. The impact of improved cassava technology on small

* Page numbers not available at present. However, manuscript has been confirmed for publication

farming in Colombia. In: Ohkawa, K. and Ranis, G. (eds.). Japan and the developing countries: a comparative analysis. International Development Center of Japan and the Economic Growth Center of Yale University, Tokyo, Japan. p. 110-131.

NICKEL, J. L. 1985. Low-input, environmentally sensitive technologies for agriculture. Cook College, Rutgers University, International Agricultural and Food Program working papers. Publication Series no. 7. Rutgers University, New Brunswick, NJ, USA. 20 p.

NIENHUIS, J. and SINGH, S. P. 1986. Combining ability analyses and relationships among yield, yield components, and architectural traits in dry bean. Crop Science 26(1):21-27.

NUÑEZ, V. M.; MARTINEZ, C. P.; NARVAEZ, J.; ROCA, W. M. 1985. Obtención de líneas homocigotas de arroz (*Oryzae sativa* L.) tolerantes a la toxicidad de aluminio utilizando el cultivo de anteras. Acta Agronómica 35(3):7-26.

OSPINA, M. V.; GARDEAZABAL, C. C. A.; CALDERON, M. 1985. Comportamiento de ecotipos de *Brachiaria* spp. con respecto al ataque de *Zulia colombiana* (Lallemand) (Homóptera: Cercopidae). Acta Agronómica 35(4):48-55.

PACHICO, D.; JANSSEN, W.; LYNAM, J. K. 1985. Estudios de mercadeo para determinar prioridades en la investigación en productos agrícolas: una evaluación crítica de la metodología. En: Scott, G. J. and Costello, M. G. (eds.). Comercialización interna de los alimentos en América Latina: problemas, productos y políticas. Seminario Internacional. IDRC (International Development Research Centre). Ottawa, Canada. p. 200-223.

PACHICO, D. 1986. Structure and trends in world common bean production. Michigan Dry Bean Digest 11(3):7-8, 15.

PATTANAVIBUL, S. and SCHULTZE-KRAFT, R. 1985. Collecting germplasm of *Desmodium* and *Pueraria phaseoloides* in Thailand and peninsular Malaysia. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 112-114.

PIZARRO, E. A.; TOLEDO, J. M.; AMEZQUITA, M. C. 1985. Adaptation of grasses and legumes to the humid tropics of America. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 1289-1291.

PIZARRO, E. A.; VERA, R. R.; MORAIS, M. da GRACA.; CARNEIRO, J. A. 1985. Standing legume hay as supplement in the Brazilian Cerrado. In: Tothill, J. C. and Mott, J. C. (eds.). International savanna symposium, Queensland, Australia, 1984. Australian Academy of Science, Canberra, Australia. p. 280-282.

PIZARRO, E. A. (ed.). 1986. 3a. Reunión de la red internacional de pastos tropicales. Resultados 1982-1985. Cali, Colombia. 1985. CIAT, Cali, Colombia. v. 1, 742 p.; v. 2, p. 743-1228.

PIZARRO, E. A.; VERA, R. R.; FISEU, L. C. 1986. Curva de crecimiento y valor nutritivo de sorgos forrajeros en los trópicos. Información Express: Pastos y Forrajes 10 no. 1 (43):19-20.

POSSO, C. E. 1985. Control de *Acanthoscelides obtectus* (Say) plaga del frijol almacenado. Revista Acograños 1(1):18-21.

PULVER, E. 1986. Dano economico ocasionado por arroz vermelho. Lavoura Arrozeira 39:20-23.

PULVER, E. 1986. Use of anther culture in rice breeding. In: Annual meeting, Rockefeller Foundation Program on the Genetic Engineering of Rice: proceedings, Manila, Philippines, 1986. IRRI (International Rice Research Institute). Manila, Philippines. (In press.)

PULVER, E. and JENNINGS, P. R. 1986. Application of anther culture to high volume rice breeding. In: International Rice Genetics Symposium: proceedings, Manila, Philippines, 1985. IRRI (International Rice Research Institute), Manila, Philippines. p. 811-824.

PULVER, E. y WEBER, G. 1986. Perspectivas para la producción de arroz en Venezuela: aspectos económicos y agronómicos. Trabajo presentado en el Seminario sobre Importancia del Arroz en una Estrategia Agrícola y Alimentaria en Venezuela. Calabazo, Guárico, Venezuela. 1986. 31 p.

RAMIREZ, H.; HUSSAIN, A.; ROCA, W. M.; BUSHUK, W. 1986. Isozyme electrophoregrams of

sixteen enzymes in five tissue of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. Euphytica.*

REEVES, J. 1985. Cassava drying industries: new potential for the Caribbean. Caribbean Farming (Nov.):15-17.

REEVES, J. 1986. Storing fresh cassava: the problem is in the bag. Caribbean Farming (May):34.

REEVES, J. 1986. Technology to transform the tropics: CIAT's combined planter. Caribbean Farming (May):30.

ROCA, W. M. 1985. Plant propagation and germplasm conservation: in vitro clonal propagation to eliminate crop diseases. In: Biotechnology in international agricultural research: proceedings, Manila, Philippines, 1984. IRRI (International Rice Research Institute), Manila, Philippines.*

ROCA, W. M. 1986. Biotecnología de plantas: nuevas oportunidades para la agroindustria. En: Agroindustria 2000. Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca. Cali, Colombia, p. 107-116.

RODRIGUEZ, R. C. E.; MADRIÑAN, G. L. M.; HALLMAN, G. 1985. Complejo de insectos que atacan las estructuras reproductivas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.): épocas de presencia, intensidad de infestación y daño. Acta Agronómica 35(4):68-77.

ROMANOFF, S. y TORO, G. (eds.). 1986. La yuca en la costa ecuatoriana y sus perspectivas agroindustriales. INIAP-IICA-CIAT. Quito, Ecuador 169 p.

SAIF, S. R. 1985. Vesicular arbuscular mycorrhizae in tropical forage species as influenced by season, soil texture, fertilizers, host species and ecotypes. Angewandte Botanik 60:125-139.

SARKARUNG, S. 1985. Mejoramiento de arroz de secano para suelos ácidos. Revista SIALL (Sociedad de Ingenieros Agrónomos del Llano) (Villavicencio, Colombia) 2(4):140-143.

SARKARUNG, S. 1986. Screening upland rice for aluminum tolerance and blast resistance. In: Progress in upland rice research: proceedings, Jakarta, Indonesia, 1985. IRRI (International Rice Research Institute), Manila, Philippines. p.271-281.

SCHENCK, C. C.; SPAIN, J. M.; SIEVERDING, E. 1986. A new sporocarpic species of *Acaulospora* (Endogonaceae). Mycotaxon 25(1):111-117.

SCHMIT, V. and BAUDOIN, J. P. 1986. Seed multiplication and preliminary evaluations of *Phaseolus coccineus* germplasm collection at CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia). Bean Improvement Cooperative Annual Report 29:63.

SCHULTZE-KRAFT, R. 1985. Development of an international collection of tropical forage germplasm for acid soils. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan p.109-111.

SCHULTZE-KRAFT, R. and KELLER-GREIN, G. 1985. Testing new *Centrosema germplasm* for acid soils. Tropical Grasslands 19(4):171-180.

SCHULTZE-KRAFT, R.; KELLER-GREIN, G.; BELALCAZAR, J.; BENAVIDES, G. 1985. *Centrosema macrocarpum* Benth., a promising tropical forage legume for acid soils. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 152-154.

SCHULTZE-KRAFT, R. 1986. Exotic and native legumes for forage production in Southeast Asia. In: Blair, G. J.; Ivory, D. A.; Evans, T. R. (eds.). Forages in Southeast Asian and South Pacific agriculture: proceedings, Cisarua, Indonesia, 1985. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia. p. 36-42.

SCHUSTER, M. L.; SMITH, C. C.; ZIEGELBEIN, M.; SALAC, S. S. 1985. Reaction of CIAT *Phaseolus vulgaris* to *Xanthomonas phaseoli* strains from Dominican Republic. Fitopatologia Brasileira 10(3):433-441.

SINGH, S. P. 1985. Sources of cold tolerance in grain sorghum. Canadian Journal of Plant Science 65(2):251-257.

SONODA, R. M. and LENNE, J. M. 1986. Diseases of *Aeschynomene* species. Tropical Grasslands 20(1):30-34.

* Page numbers not available at present. However, manuscript has been confirmed for publication.

SPAIN, J. y PEREIRA, J. M. 1985. Sistemas de manejo flexible propuestos para la evaluación de germoplasma bajo pastoreo. En: 4o Simposio sobre Ganadería Tropical: Forrajes Tropicales. Veracruz, México, 1985. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México. p. 7-20.

SPAIN, J.; PEREIRA, J. M.; GUALDRON, R. 1985. A flexible grazing management system proposed for the advanced evaluation of associations of tropical grasses and legumes. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 1153-1155.

STANTON, J. M. 1985. Biology and influence of *Pterotylenchus cecidogenus* on *Desmodium ovalifolium*. Journal of Nematology*.

STANTON, J. M. 1985. Survival of *Pterotylenchus cecidogenus* following storage in galls of *Desmodium ovalifolium* desiccation and exposure to high osmotic pressure. Nematologica 31(4):443-445.

STANTON, J. M. and HERNANDEZ, R. 1985. Occurrence and evaluation of damage caused by the root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, on *Desmodium heterocarpon* in the Llanos Orientales of Colombia. Tropical Grasslands 20(1):44-46.

STONAKER, H. H.; RAUN, N. S.; GOMEZ, J. 1984. Beef cow-calf production experiments on the savannas of eastern Colombia. CIAT-ICA-Winrock International. Cali, Colombia. 125 p.

SZABADOS, L. 1986. La fusión de protoplastos y el mejoramiento de plantas de interés agronómico. Colombia. Ciencia y Tecnología 4(2):30-31.

SZABADOS, L. and ROCA, W. M. 1986. Regeneration of isolated mesophyll and cell suspension protoplasts to plants in *Stylosanthes guianensis*, tropical forage legume. Plant Cell Reports 5(3):174-177.

TEMPLE, S. R. and MORALES, F. J. 1986. Linkage of dominant hypersensitive resistance to bean common mosaic virus to seed color in *Phaseolus vulgaris* L. Euphytica 35:331-333.

TERGAS, L. E. y URREA, G. A. 1985. Selección de especies forrajeras para corte adaptadas a suelos ácidos de baja fertilidad en un Ultisol de Colombia. Turrialba 35(2):179-186.

TERGAS, L. E.; PALADINES, O.; KLEINHEISTERKAMP, I.; VELAZQUEZ, J. 1986. El potencial de producción animal de cuatro asociaciones de *Andropogon gayanus* Kunth en los Llanos Orientales de Colombia. Información Express: Pastos y Forrajes 10 no. 1(43):23-24.

THOMAS, D.1985. Pasture evaluation and seed production studies in the iso-thermic savannas of Brazil: a final report of studies conducted from 1978 to 1985 in collaborative project IICA-EMBRAPA-CIAT at the Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) of EMBRAPA, Planaltina, DF, Brazil. CIAT, Cali, Colombia. 108 p.

THOMAS, D.; de ANDRADE, R. P.; GROF, B. 1985. Problems experienced with forage legumes in a tropical savanna environment in Brazil. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan. p. 144-146.

THOMAS, D.; de ANDRADE, R. P.; LENNE, J. M. 1985. Preliminary observations with accessions of *Stylosanthes guianensis* spp. *guianensis* var. *Pauciflora* in Brazil. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagaya, Japan p. 149-151.

THOMAS, D. 1986. Development of forage species for the acid, infertile soils of tropical South America. In: Potential for pasture improvement in acid tropical soils, St. Augustine, Trinidad, 1986. CARDI (Caribbean Agricultural Research and Development Institute), Trinidad, West Indies. p. 1-26.

THOMAS, D. y de ANDRADE, R. P. 1986. Persistencia de asociaciones de gramíneas-leguminosas tropicales bajo pastoreo en Brasil. Información Express. Pastos y Forrajes 10 no. 1(43):38.

THOMAS, D. and de ANDRADE, R. P. 1986. The evaluation under grazing of legumes associated with *Andropogon gayanus* in a tropical savanna

* Page numbers not available at present. However, manuscript has been confirmed for publication.

environment on the central plateau of Brazil. Journal of Agricultural Science 107:37-41.

THOMAS, D. and GROF, B. 1986. Some pasture species for the tropical savannas of South America, I: species of *Stylosanthes*. Herbage Abstracts 56(10):445-454.

THOMAS, D. and GROF, B. 1986. Some pasture species for the tropical savannas of South America, II: species of *Centrosema*, *Desmodium* and *Zornia*. Herbage Abstracts 56(11):511-525.

THOMAS, D. and GROF, B. 1986. Some pasture species for the tropical savannas of South America, III: improved grasses. Herbage Abstracts 56(12):557-565.

TOLEDO, J. M. 1985. Pasture development for cattle production in the major ecosystems of the tropical American lowlands. In: Proceedings 15th international grassland congress, Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan, Nagava, Japan. p. 74-81.

TOLEDO, J. M. 1986. Forage research networking in tropical humid and subhumid environments. In: Blair, G. J.; Ivory, D. A.; Evans, T. R. (eds.). Forages in Southeast Asian and South Pacific agriculture: Proceedings, Cisarua, Indonesia, 1985. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia. p. 69-75.

TOLEDO, J. M. and NAVAS, J. 1986. Land clearing for pastures in the Amazon. In: Lal, R.; Sanchez, R. W.; Cummings, R. W., Jr. (eds.). Land clearing and development in the tropics. A. A. Balkeman, Rotterdam, Netherlands. p. 97-116.

TOLEDO, J. M. and NORES, G. A. 1986. Tropical pasture technology for marginal lands of tropical America. Outlook on Agriculture 15(1):2-9.

TORO, T. S.; SIEVERDING, E.; CASTILLA, C. C. 1985. Occurrence of VA-mycorrhiza on sugarcane in Colombia. In: Molina, R. (ed.). 6th North American conference on mycorrhizae: proceedings, Bend, Oregon, 1984. (Abstract.) Forestry Business Office, Corvallis, OR, USA. p. 296.

TRUTMANN, P. and KAYTARE, J. 1986. Control of diseases of *Phaseolus vulgaris* L. in Central Africa using cultural methods. Bean Improvement Cooperative Annual Report 29:127.

van DRIESCHE, R. G.; BELLOTTI, A. C.; HERRERA, C. J.; CASTILLO, J. A. 1986. Encapsulation rates of two encyrtid parasitoids by two *Phenacoccus* spp. of cassava mealybugs in Colombia. Entomologia Experimentalis et Applicata 42:79-82.

VARGAS, H. O. y BELLOTTI, A. C. 1984. Pérdidas de rendimiento causadas por *Phenacoccus herreni* Cox y Williams en dos clones de yuca. Revista Colombiana de Entomología 10(3 y 4):41-46.

VEGA, J.; ROMANOFF, S. A.; IBARRA, J. 1986. Informe de la situación del cultivo de la yuca en las provincias orientales de Napo y Pastaza. INIAP, Quito, Ecuador. 38 p.

VERA, R. R. and SERE, C. 1985. Evaluation of tropical pasture species with a farming system perspective. In: Proceedings. 15th International Grassland Congress. Kyoto, Japan, 1985. Science Council of Japan. Nagaya, Japan. p. 1187-1188.

VERA, R. R.; SERE, C.; REEVES, J. 1986. The Latin American savannahs: an alternative to farming Amazonia. New Scientist 1986. 6 p.

VILLEGAS, G. A. y BELLOTTI, A. 1985. Biología, morfología y hábitos de *Lagochirus araneiformis* Linne (Coleoptera: Cerambycidae) barrenador de la yuca en Palmira (Valle del Cauca). Acta Agronómica 35(4):56-67.

VOYSEST, O.; GIRALDO, I. C.; VALENCIA, M. C. 1986. Directorio de investigadores en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT, Cali, Colombia. 169 p.

WEBER, G. 1986. Ecological genetics of host plant exploitation in the green peach aphid, *Myzus persicae*. Entomologia Experimentalis et Applicata 40(2):161-168.

WHEATLEY, C. and GOMEZ, G. 1985. Evaluation of some quality characteristics in cassava root storage. Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition 35:121-129.

WOOD, D. 1986. Handling of germplasm at CIAT, Cali, Colombia. In: 15 years collection and utilization of plant genetic resources: proceedings of a colloquium, Braunschweig, West Germany, 1985. Institute of Crop Science and Plant Breeding, Braunschweig, West Germany. p. 215-227.

WOOD, D. 1986. The Genetic Resources Unit at CIAT. PGRC/EILCA Germplasm Newsletter (11):1-4.

WOOLLEY, J. N. and PACHICO, D. 1986. The CIAT Bean Program's approach to systems-based research. In: IARC workshop on farming systems research: proceedings, Hyderabad, India, 1986. ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics), Hyderabad, India. 27 p.

WOOLLEY, J. N. and SMITH, M. E. 1986. Maize plant types suitable for present and possible relay systems in Central America. Field Crops Research 15(1):3-16.

Board of Trustees

Junta Directiva
(1986-1987)

Armando Samper Gnecco
Chairman Emeritus of the Board
Director General, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (CENICAÑA)
Colombia

William Tossell
Chairman of the Board
Dean of Research, Department of Crop Science
University of Guelph
Canada

Nohra de Junguito
Vice-Chairperson of the Board
Economist
Colombia

Eduardo Casas Díaz
Inter-American Development Bank
USA

Dely P. Gapasin
Deputy Executive Director for Research
Philippine Council for Agriculture and Resources Research and Development (PCARRD)
Philippines

Ken-ichi Hayashi
Director General, National Institute of Agrobiological Resources (NIAR)
Japan

Frederick Hutchinson
Vice-President for Agricultural Administration
Ohio State University
USA

Gabriel Montes Llamas
General Manager, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Colombia

John L. Nickel
Director General, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Colombia

Josef Noesberger
Professor of Agronomy, Institute of Plant Sciences
Eidgenossische Technische Hochschule
Switzerland

Marco Palacios Rozo
Rector, Universidad Nacional de Colombia
Colombia

Luis Guillermo Parra
Minister of Agriculture
Colombia

Erwin Reisch
President, University of Hohenheim
Federal Republic of Germany

Rodrigo Tarté
Director, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Costa Rica

Helio Tollini
Coordinator, Department of Studies and Research
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)
Brazil

Elmar Wagner
Coordinator, Irrigated Agriculture and Technology, Programa Nacional de Irrigação, Ministerio de Irrigação
Brazil

Frederick Joshua Wang'ati
Agricultural Secretary, National Council for Science and Technology
Kenya

Principal Staff
(as of December 1986)

Personal Principal
(a Diciembre 1986)

Office of the Director General
Oficina del Director General

Senior staff
Científicos principales

John L. Nickel, Ph.D., Dr.sc.agr. h.c.
Director General

Douglas R. Laing, Ph.D.
Deputy Director General

Gustavo A. Nores, Ph.D.
Deputy Director General

Fritz Kramer, Ph.D.
Assistant Director

Internal Auditing
Auditoría Interna

General administrative services staff
Personal de servicios administrativos generales

* Luis Fernando Montoya, C.P.T.
Internal Auditor

Luz Stella Daza, C.P.T.
Internal Auditor

Bean Program
Programa de Frijol

Senior staff
Científicos principales

Aart van Schoonhoven, Ph.D.
Entomologist, Leader

David Allen, Ph.D.
Plant Pathologist, Coordinator, SADCC Regional Bean Project for Southern Africa (stationed at Arusha, Tanzania)

Stephen R. Beebe, Ph.D.
Plant Breeder

César Cardona, Ph.D.
Entomologist

Jeremy H. Davis, Ph.D.
Plant Breeder

Michael Dessert, Ph.D.
Plant Breeder, Great Lakes Bean Project (stationed in Butare, Rwanda)

* Left during 1986.
Se retiró en 1986.

Guillermo E. Gálvez, Ph.D.
Plant Pathologist, Regional Coordinator, Central America Bean Project (stationed in San José, Costa Rica)

* Guillermo Hernández-Bravo, Ph.D., Plant Breeder, Co-leader, INIPA/CIAT Collaborative Bean Project (stationed in Chiclayo, Peru)

Roger Kirkby, Ph.D.
Plant Breeder, Coordinator, Regional Bean Project for Eastern Africa (stationed in Addis Ababa, Ethiopia)

Judith Kipe-Nolt, Ph.D.
Microbiologist

Francisco J. Morales, Ph.D.
Virologist

Silvio H. Orozco, M.S.,
Agronomist, Central America Bean Project (stationed in Guatemala City, Guatemala)

Douglas Pachico, Ph.D.
Agricultural Economist

Marcial Pastor-Corrales, Ph.D.
Plant Pathologist

Shree P. Singh, Ph.D.
Plant Breeder (on sabbatical leave)

Barry Smithson, Ph.D.
Plant Breeder, East Africa Bean Project (temporarily stationed in Addis Ababa, Ethiopia)

Michael D. Thung, Ph.D.
Agronomist (stationed at CNPAF, Goiania, Goias, Brazil)

Peter Trutmann, Ph.D.
Pathologist, Great Lakes Bean Project (stationed in Butare, Rwanda)

Joachim Voss, Ph.D.
Anthropologist, Great Lakes Bean Project (assigned by the Rockefeller Foundation, stationed in Butare, Rwanda)

Oswaldo Voysest, Ph.D.
Agronomist

Jeffrey White, Ph.D.
Physiologist

Jonathan Woolley, Ph.D.
Cropping Systems Agronomist

* Leif J. Youngdahl, Ph.D.
Plant Physiologist, IFDC

Senior research fellows
Investigadores invitados

John Bowman, Ph.D.
Central America Bean Project (stationed in San José, Costa Rica)

Willi Graf, Dipl. Ing. Agri., ETH,
Great Lakes Bean Project (stationed in Butare, Rwanda)

* Nigel Ruaraidh Sackville-Hamilton Ph.D.
Data Management Systems

Visiting senior scientists
Científicos visitantes

George A. Abawi, Ph.D.
Plant Pathology

Theodora C. van Herpen, M.S.
Economics

Visiting researcher
Investigadora visitante

Krista Dessert, M.S.
Great Lakes Bean Project

Postdoctoral fellows
Investigadores posdoctorales

Julia L. Kornegay, Ph.D.
Plant Breeding

Joseph Tohme, Ph.D.
Plant Breeding

---

* Left during 1986.
Se retiró en 1986.

Cassava Program
Programa de Yuca

Senior staff
Científicos principales

James H. Cock, Ph.D.
Physiologist, Leader

Anthony C. Bellotti, Ph.D.
Entomologist

Rupert Best, Ph.D.
Head of Utilization

Mabrouk El-Sharkawy, Ph.D.
Physiologist

Clair Hershey, Ph.D.
Plant Breeder (on sabbatical leave)

Reinhardt Howeler, Ph.D.
Soil Scientist, Asian Regional Cassava Program (stationed in Bangkok, Thailand)

Kazuo Kawano, Ph.D.
Plant Breeder, Asian Regional Cassava Program (stationed in Bangkok, Thailand)

J. Carlos Lozano, Ph.D.
Plant Pathologist

John K. Lynam, Ph.D.
Agricultural Economist

Raúl Moreno, Ph.D.
Agronomist

Senior research fellows
Investigadores invitados

Barry Nolt, Ph.D.
Virology

Steve Romanoff, Ph.D.
Economics (stationed in Quito, Ecuador)

* Christopher Wheatley, Ph.D.
Utilization

Postdoctoral fellows
Investigadores posdoctorales

Edward Carey, Ph.D.
Breeding

Carlos Alberto Ibáñez-Meier, Ph.D.
Economics (stationed in Brasilia, Brazil)

Carlos Alberto Pérez, Ph.D.
Economics (stationed in Huimanguillo, Mexico)

Roberto Saez, Ph.D.
Economics (stationed in Mexico City, Mexico)

Luis Sanint, Ph.D.
Economics

* Ewald Sieverding, Dr.agr.
Soil and Plant Nutrition

Rice Program
Programa de Arroz

Senior staff
Científicos principales

* Peter R. Jennings, Ph.D.
Plant Breeder, Leader (assigned by the Rockefeller Foundation)

Robert Zeigler, Ph.D.
Plant Pathologist, Leader

* Left during 1986.
Se retiró en 1986.

Federico Cuevas, Ph.D.
Agronomist/Plant Breeder, IRTP Coordinator for Latin America

James Gibbons, Ph.D.
Plant Breeder (stationed in Villavicencio, Colombia)

Joaquín González F., M.S.
Agronomist, Co-leader, INIPA/CIAT Collaborative Rice Project (stationed in Tarapoto, Peru)

César Martínez, Ph.D.
Plant Breeder

Edward Pulver, Ph.D.
Plant Breeder, Cropping Systems/Anther Culture

Manuel Rosero, Ph.D.
Plant Breeder, IRRI Liaison Scientist, IRTP Coordinator for the Caribbean (stationed in Bonao, República Dominicana)

Senior research fellow
Investigador invitado

Surapong Sarkarung, Ph.D.
Plant Breeding (stationed in Villavicencio, Colombia)

Posdoctoral fellow
Investigador posdoctoral

George Weber, Ph.D.
Entomology/Integrated Pest Management

Tropical Pastures Program
Programa de Pastos Tropicales

Senior staff
Científicos principales

José M. Toledo, Ph.D.
Pasture Agronomist, Leader

Rosemary S. Bradley, Ph.D.
Soil Microbiologist

John E. Ferguson, Ph.D.
Agronomist, Seed Production

Myles Fisher, Ph.D.
Ecophysiologist

Bela Grof, Ph.D.
Pasture Agronomist, Cerrados Agronomy (stationed in CPAC, Brasilia, Brazil)

Gerhard Keller-Grein, Dr.agr.
Humid Tropics Agronomy (stationed in IVITA, Pucallpa, Peru)

Carlos Lascano, Ph.D.
Animal Scientist, Pasture Quality and Nutrition

Jillian M. Lenné, Ph.D.
Plant Pathologist (on sabbatical leave)

John W. Miles, Ph.D.
Forage Breeder

Esteban A. Pizarro, Ph.D.
Agronomist, Regional Trials

José G. Salinas, Ph.D.
Soil Scientist, Soil and Plant Nutrition

Rainer Schultze-Kraft, Dr.agr.
Agronomist, Germplasm

Carlos Seré, Dr.agr.
Agricultural Economist

James M. Spain, Ph.D.
Soil Scientist, Pasture Development (stationed in Carimagua)

Derrick Thomas, Ph.D.
Forage Agronomist, Llanos Agronomy

Raúl R. Vera, Ph.D.
Animal Scientist, Cattle Production Systems

Senior research fellows
Investigadores invitados

* Tsuyoshi Mitamura, Ph.D.
Pasture Establishment

Yasuo Ogawa, Ph.D.
Office of the Leader (assigned by TARC)

* Saif ur Rehman Saif, Dr.agr.
Soil Microbiology

Postdoctoral fellows
Investigadores posdoctorales

John Dodd, Ph.D.
Microbiology

Stephen Lapointe, Ph.D.
Entomology

* Julie M. Stanton, Ph.D.
Plant Pathology

Philip K. Thornton, Ph.D.
Cattle Production Systems

Training and Conferences
Capacitación y Conferencias

Senior staff
Científico principal

Gerardo E. Habich, Ph.D.
Coordinator

General Administrative Services staff
Personal de servicios administrativos generales

Alfredo Caldas, M.S.
Admissions Administrator

Research Support
Apoyo a la Investigación

Agroecological Studies Unit
Unidad de Estudios Agroecológicos

Senior staff
Científico principal

Peter Jones, Ph.D.
Agrometeorologist, Computer Scientist, Head

Biotechnology Research Unit
Unidad de Investigación en Biotecnología

Senior staff
Científico principal

William M. Roca, Ph.D.
Physiologist, Head

Senior research fellow
Investigador invitado

Laszlo Szabados, Ph.D.
Celular Biology

Visiting senior scientist
Científico visitante

Akhtar Hussain, Ph.D., Genotyping Project

* Left during 1986.
Se retiró en 1986.

Communication and Information Support Unit
Unidad de Apoyo en Comunicaciones e Información

Senior staff
Científicos principales

Susan C. Harris, M.L.S.
Information Specialist, Head

Susana Amaya, Ph.D.
Senior Editor, Publications/Editing

Jack Reeves, J.D.
Senior Writer, Writing and Development

Senior research fellow
Investigador invitado

* Jairo Cano, Ph.D.
Communication Specialist, Head Training Materials

Visiting senior scientist
Científica visitante

Cynthia Connolly, Ph.D.
Training Materials

General administrative services staff
Personal de servicios administrativos generales

Walter Correa, Ph.D.
Head, Graphic Arts/Production

Data Services
Servicios de Datos

Senior staff
Científico principal

Leslie C. Chapas, Dipl. Math. Stat.
Biometrician, Head

General administrative services staff
Personal de servicios administrativos generales

María Cristina Amézquita de Quiñónez, Dipl. Math. Stat., Head, Biometrics

Experimental Stations Operations
Operaciones de las Estaciones Experimentales

Senior staff
Científico principal

Alfonso Díaz-Durán, M.S., P.E.
Superintendent

Genetic Resources Unit
Unidad de Recursos Genéticos

Senior staff
Científico principal

David Wood, Ph.D.
Botanist, Head

Senior research fellow
Investigador invitado

Daniel G. Debouck, Ph.D.
IBPGR/CIAT Bean Germplasm Activities

Seed Unit
Unidad de Semillas

Senior staff
Científicos principales

Johnson E. Douglas, M.S.
Seed Specialist, Head

Adriel E. Garay, Ph.D.
Seed Specialist

Senior research fellow
Investigador invitado

Silmar Peske, Ph.D.
Seed Conditioning

---

* Left during 1986.
Se retiró en 1986.

Special Projects
Proyectos Especiales

Biological Nitrogen Fixation Project
Proyecto de Fijación Biológica de Nitrogeno

Senior research fellow
Investigador invitado

David J. Harris, Ph.D.
Agronomist and Soil Scientist, Head

CIMMYT/CIAT Andean Region Maize Project
Proyecto CIMMYT/CIAT de Maíz para la Región Andina

Associate members senior staff
Miembros asociados del personal principal

* Gonzalo Granados, Ph.D.
Entomologist, Head

Shivaji Pandey, Ph.D.
Plant Breeder, Head

William L. Haag, Ph.D.
Plant Breeder, Andean Regional Services

IFDC/CIAT Phosphorus Project
Proyecto Fósforo IFDC/CIAT

Associate members senior staff
Miembros asociados del personal principal

Luis Alfredo León, Ph.D.
Soil Scientist, Head

Jacqueline A. Ashby, Ph.D.
Rural Sociologist

Adolfo Martínez-Rondanelli, Ph.D.
Agricultural Economist

Posdoctoral fellow
Investigador posdoctoral

* Scott Guggenheim, Ph.D.
Anthropology (assigned by the Rockefeller Foundation)

INTSOY/ICA/CIAT Project
Proyecto INTSOY/ICA/CIAT

Associate member senior staff
Miembro asociado del personal principal

Luis H. Camacho, Ph.D.
Plant Breeder, Head

INTSORMIL/CIAT Regional Sorghum Project
Proyecto Regional de Sorgo INTSORMIL/CIAT

Associate member senior staff
Miembro asociado del personal principal

Catalino I. Flores, Ph.D.
Plant Breeder, Head

Representation in CIAT of Collaborating Institutions
Representación en el CIAT de Instituciones Colaboradoras

CIP Regional Representation
Representación Regional del CIP

Associate members senior staff
Miembros asociados del personal principal

Oscar Malamud, Ph.D.
Liaison Officer, Head (stationed in Bogotá, Colombia)

* Left during 1986.
Se retiró en 1986.

Luis Valencia, Ph.D.
Liaison Officer (stationed in Bogotá, Colombia)

IBPGR Regional Representation
Representación Regional del CIRF

Associate member senior staff
Miembro asociado del personal principal

Miguel Holle, Ph.D.
IBPGR Regional Representative for Latin America

Finance and Administration
Finanzas y Administración

Senior staff
Científico principal

Bernard Henrie, M.B.A.
Director

Administration
Administración

Senior staff
Científico principal

Jesús Antonio Cuéllar, M.B.A.
Executive Officer

Food and Housing
Alimentos y Vivienda

David Evans, Head (GAS/SAG)**

Human Resources
Recursos Humanos

Germán Vargas, M.B.A., Head (GAS/SAG)**

Maintenance Services
Servicios de Mantenimiento

Germán Gutiérrez, Ing. Mec., Head (GAS/SAG)**

Supplies
Suministros

Luis Antonio Osorio, Ing. Ind., Head (GAS/SAG)**

Administrative Systems and Procedures
Sistemas y Procedimientos Administrativos

* Héctor Villalobos, Ing. Ind., Head (GAS/SAG)**

Alberto Estrada, Ing. Civil, Head (GAS/SAG)**

Controller's Office
Oficina del Contralor

* Alejandro Rebolledo, Ing. Com. and C.P.T., Controller (GAS/SAG)**

Enrique Méndez, B.A., Controller (GAS/SAG)**

Special Projects Office
Oficina de Proyectos Especiales

Senior staff
Científica principal

Gertrude Brekelbaum, Ph.D., Special Projects Officer

---

* Left during 1986
Se retiró en 1986.
** General Administrative Services Staff.
Personal de Servicios Administrativos Generales.

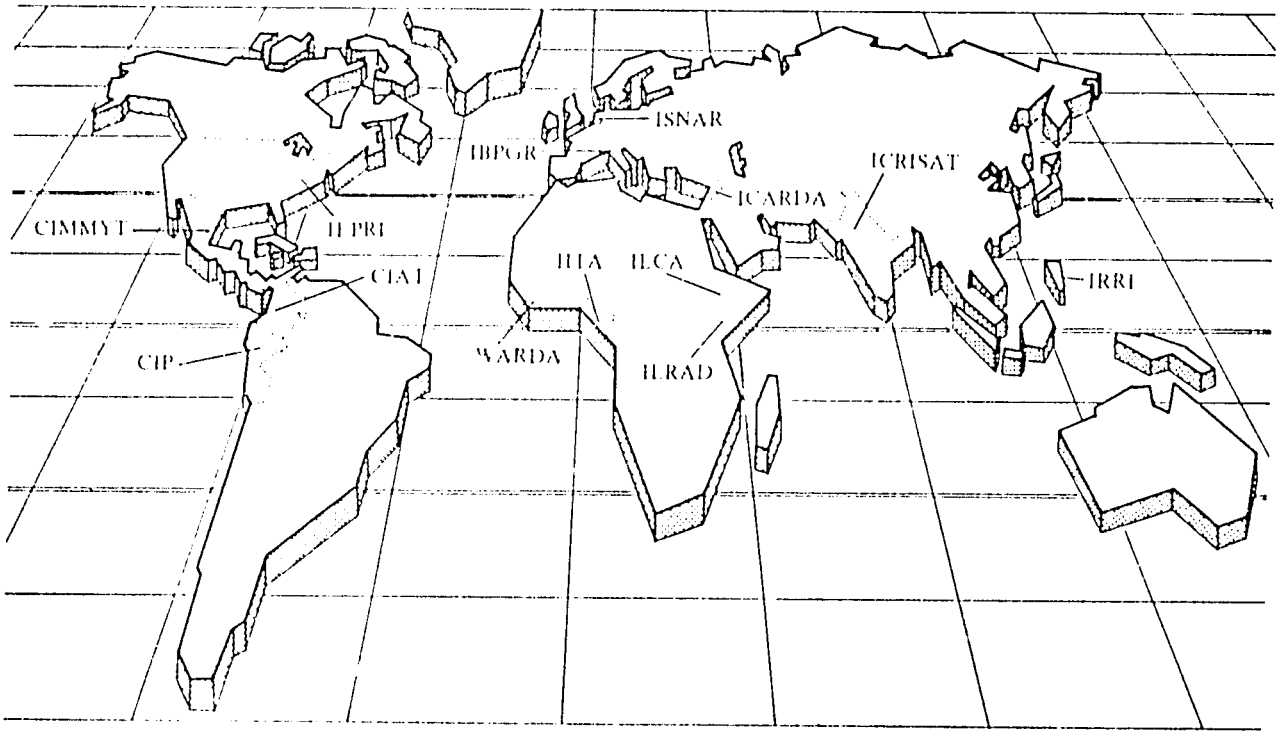
The CGIAR System

El Sistema GCIAI

The Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) was formed in 1971. The CGIAR is an association of countries, international and regional organizations, and private foundations dedicated to supporting a system of agricultural research centers and programs around the world. There are currently 13 of them: nine research centers and four associated organizations which provide research support. The purpose of the research effort is to improve the quantity and quality of food production in developing countries.

El Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI) se formó en 1971. Esta asociación de países, organizaciones internacionales y regionales, y fundaciones privadas está dedicada a apoyar un sistema de 13 centros y programas de investigación agrícola en el mundo, de los cuales nueve son centros y cuatro son organizaciones asociadas. El propósito de este esfuerzo de investigación es mejorar la cantidad y calidad de la producción de alimentos en los países en desarrollo.

El Banco Mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Ali-



The World Bank, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), and the United Nations Development Programme (UNDP) are cosponsors of the effort. The World Bank provides the CGIAR's chairman and secretariat. The CGIAR is advised by a Technical Advisory Committee whose secretariat is provided by the three cosponsors and located at FAO headquarters in Rome.

In 1987, the CGIAR has some 40 members, who contributed about US$190 million to support the system.

The nine international agricultural research centers and four associated organizations have the following headquarters and research responsibilities:

Africa

- International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria: farming systems, maize, rice, roots and tubers (sweet potatoes, cassava, yams), and food legumes (cowpea, lima beans, soybean).
- International Laboratory for Research on Animal Diseases (ILRAD), Nairobi, Kenya: trypanosomiasis and theileriosis of cattle.
- International Livestock Center for Africa (ILCA), Addis Ababa, Ethiopia: livestock production systems.
- West Africa Rice Development Association (WARDA), Monrovia, Liberia: rice.

Asia

- International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Hyderabad, India: chickpea, pigeonpea, pearl millet, sorghum, groundnut, and farming systems.
- International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Philippines: rice.

Europe and the United States

- International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Rome, Italy: plant varieties collection and information.

mentación (FAO), y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) son los copatrocinadores del sistema. El Banco Mundial provee la presidencia y la secretaría del GCIAI. Este cuenta con la asesoría de un Comité Técnico Asesor cuya secretaría es provista por los tres copatrocinadores y tiene su sede en la FAO, Roma.

En 1987 el GCIAI cuenta con unos 40 miembros quienes aportaron cerca de $ 190 millones de dólares al sistema.

Los nueve centros internacionales de investigación agrícola y cuatro organizaciones asociadas tienen las siguientes sedes y responsabilidades de investigación:

Africa

- Asociación de Africa Occidental para el Desarrollo del Arroz (WARDA), Monrovia, Liberia: arroz.
- Centro Internacional de Ganadería para Africa (ILCA), Addis Abeba, Etiopía: sistemas de producción animal.
- Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), Ibadan, Nigeria: sistemas de producción de cultivos, maíz, arroz, raíces y tubérculos (batatas, yuca, ñame), leguminosas comestibles (caupí, frijol lima, soya).
- Laboratorio Internacional de Investigación en Enfermedades Animales (ILRAD), Nairobi, Kenia: tripanosomiasis y teileriosis del ganado.

América Latina

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia: yuca, frijol común, arroz, y pastos tropicales.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), El Batán, Mexico: maíz y trigo.
- Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú: papa.

Asia

- Instituto Internacional de Investigación en

- International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington. DC, USA: analysis of world food problems.
- International Service for National Agricultural Research (ISNAR), The Hague, Netherlands: research support.

Latin America

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia: cassava, field beans, rice, and tropical pastures.
- International Center for Maize and Wheat Improvement (CIMMYT), El Batán, Mexico: maize and wheat.
- International Potato Center (CIP), Lima, Peru: potatoes.

Middle East

- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria: farming systems, cereals, food legumes (broad bean, lentil, chickpea), and forage crops.

Arroz (IRRI), Los Baños, Filipinas: arroz.

- Instituto Internacional de Investigación en Cultivos para los Trópicos Semi-Aridos (ICRISAT), Hyderabad, India: garbanzos, guandul, millo, sorgo, maní, sistemas de producción de cultivos.

Estados Unidos y Europa

- Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF), Roma, Italia: colección e información sobre variedades de plantas.
- Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas de Alimentos (IFPRI), Washington, D.C., Estados Unidos, análisis de los problemas de producción mundial de alimentos.
- Servicio Internacional de Investigación Agrícola Nacional (ISNAR), La Haya, Holanda: apoyo a la investigación.

Oriente Medio

- Centro Internacional de Investigación Agrícola en Zonas Aridas (ICARDA), Aleppo, Siria: sistemas de producción de cultivos, cereales, leguminosas comestibles (habas, lentejas, garbanzos), y cultivos forrajeros.